

Desarrollo de un Sistema de Control de Costes de un Astillero

Autor/a: Ana Belén Bellón Miño

Tesis doctoral UDC / 2003

Director: Ramón Manuel Yáñez Brage

Departamento de Ingeniería Naval y Oceánica



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Ramón Yáñez Brage, Profesor Titular de Universidad del Departamento de Ingeniería Naval y Oceánica de la Universidade da Coruña,

CERTIFICA:

Que la memoria titulada: *DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE COSTES DE UN ASTILLERO* ha sido realizada por **Doña Ana Belén Bellón Miño** bajo mi dirección en el Departamento de Ingeniería Naval y Oceánica de la Universidade da Coruña y constituye la Tesis que presenta para optar al grado de Doctora.

Fdo.: Ramón Yáñez Brage
Director de la Tesis Doctoral



INDICE GENERAL

RESUMO	1
INTRODUCCIÓN	4
PARTE 1 – TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	8
P1.1.- INTRODUCCIÓN A LA PARTE 1	10
P1.2.- ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO	11
P1.3.- SISTEMAS DE CONTROL DE COSTES EN LOS ASTILLEROS ESTUDIADOS	61
PARTE 2 – CONCLUSIONES DEL ESTUDIO PREVIO	78
P2.1.- INTRODUCCIÓN A LA PARTE 2	79
P2.2.- CONCLUSIONES DEL ESTUDIO PREVIO	80
P2.2.1- SISTEMAS DE CONTROL DE COSTES EXISTENTES	81
P2.2.2- SISTEMAS DE CONTROL DE COSTES DE LOS ASTILLEROS ESTUDIADOS	96
P2.3- BASES DE TRABAJO PARA LAS PARTES 3 Y 4	106
PARTE 3 – CONDICIONES DE PARTIDA PARA EL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE COSTES	107
P3.1.- INTRODUCCIÓN A LA PARTE 3	109
P3.2.- ASTILLERO TIPO E INSTALACIONES	110
P3.3.- SISTEMA DE CONTROL DE COSTES IDÓNEO	115
P3.4.- ANALISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COSTES PROPUESTOS	118
P3.5.-CONCLUSIONES	147
PARTE 4 – DESARROLLO SISTEMA DE CONTROL DE COSTES PARA UN ASTILLERO	149
P4.1.- INTRODUCCIÓN A LA PARTE 4	153



P4.2.- DESARROLLO ORGANIZATIVO DEL SISTEMA DE CONTROL DE COSTES	154
P4.3.- DESARROLLO CONTABLE DEL SISTEMA DE CONTROL DE COSTES	172
P4.4.- TRATAMIENTO DE LOS GASTOS DEL PERIODO	267
PARTE 5– CONCLUSIONES	272
P5.1.- INTRODUCCIÓN A LA PARTE 5	273
P5.2.- CONCLUSIONES FINALES	274
P5.3.- PASOS FUTUROS	286
ANEXO A.1	287
ANEXO A.2	351
BIBLIOGRAFÍA	379
NOTAS	382

RESUMO

O obxectivo da tese é o desenvolvemento dun sistema para o control dos custos de aplicación nun estaleiro, e adaptado ás súas necesidades, de maneira que permita coñecer-los custos xerados en cada unha das súas instalacións /departamentos obxectivamente. As partes nas que se divide a tese son as seguintes:

1ª Parte: Investigación e recollida de datos. Estudo e análise dos sistemas de control de custos aplicados nos estaleiros actuais (estudo de polo menos dous estaleiros).

Presentación dos estaleiros estudados e as súas peculiaridades.

2ª Parte: Conclusións do estudo anterior. Resumo das principais ideas obtidas na fase de investigación.

3ª Parte: Definición das condicións de partida para o desenvolvemento dun sistema de control de custos aplicable ós estaleiros:

- Estaleiro tipo base de traballo (instalacións / departamentos)
- Sistema de control de custos axeitado

4ª Parte: Desenvolvemento dun sistema de control de custos para aplicar nun estaleiro tipo.

5ª Parte: Conclusións.

Dado o gran número de procesos que ocorren a diario nun estaleiro, e ó tamaño das súas instalacións, é difícil facer un control de custos que permita coñecer-los custos exactos xerados por cada proceso.

O feito de que os buques que se constrúen non son iguais, e que se superpón á construción de dous ou máis deles, compartindo os mesmos talleres e instalacións, fai que sexa difícil determina-la proporción na que se reparten os custos incorridos en cada centro de traballo e, polo tanto, a distribución final de custos de cada construción e os desvíos en relación ó orzamento orixinal.

Esta tese ten como obxectivo desenvolver un sistema de control que permita coñecer estes datos con exactitude.

RESUMEN

El objeto de la tesis es el desarrollo de un sistema para control de costes aplicable a un astillero, y adaptado a sus necesidades, que permita conocer los costes generados en cada una de sus instalaciones/departamentos de manera objetiva. Las partes en las que se divide la tesis son las siguientes:

1ª parte: Investigación y recopilación de datos. Estudio y análisis de los sistemas de control de costes que se aplican en los astilleros actuales (estudio de al menos dos astilleros).

Presentación de los astilleros estudiados y sus peculiaridades.

2ª parte: Conclusiones del estudio previo. Síntesis de las ideas principales extraídas en la fase de investigación.

3ª parte: Definición de las condiciones de partida para el desarrollo de un sistema para control de costes de aplicación a astilleros:

- Astillero tipo base de trabajo (instalaciones/departamentos).
- Sistema de control de costes idóneo.

4ª parte: Desarrollo de un sistema para control de costes de aplicación a un astillero tipo.

5ª parte: Conclusiones.

Dada la gran cantidad de procesos que tienen lugar a diario en un astillero, así como al tamaño de sus instalaciones, es complicado realizar un control de costes que permita conocer los costes exactos generados por cada proceso.

El hecho de que los buques que se construyen no sean iguales, y que se solape la construcción de dos o más de ellos, compartiendo los mismos talleres e instalaciones, hace que sea difícil determinar la proporción en que se reparten los costes originados en cada centro de trabajo, y por tanto, el reparto final de cada construcción, así como las desviaciones al presupuesto inicial.

En esta tesis se pretende desarrollar un sistema de control que permita conocer estos datos con exactitud.

ABSTRACT

The purpose for this thesis is the development of a cost control Systems of application for a shipyard, and so tailored to its requirements, able to let managers know the costs generated in each of its shops/departments in an objective and accurate way. The thesis is divided into the following chapters:

1st chapter: Research and gathering of data. Study and analysis of cost control systems used at present shipyards (research and study of at least two shipyards).

Introduction of the studied shipyards and their particulars.

2nd chapter: Conclusions of the previous research. Contents of main ideas drawn from the research phase.

3rd chapter: Definition of initial premises for the development of a cost control system to be applied to shipyards:

- Model shipyard for the cost control system development (facilities/departments).
- Selection of the optimized cost control system for the shipyard.

4th chapter: Development of a cost control system to be applied to the model shipyard.

5th chapter: Conclusions.

Taking into account the great amount of processes that take place every day at a shipyard, and so the size of its facilities, it is complicated to perform a cost control that allows managers to know the exact cost generated by every process.

The fact that vessels being built are not identical, while the building processes are overlapped, sharing the same shops and facilities, makes it difficult to determine the exact proportion in which generated costs at each job centre are shared out by vessels undergoing fabrication in the shipyard. So far, the distribution of costs at the end of fabrication for each vessel and budget deviations.

This thesis intends to develop a control system allowing the knowledge of these data in an accurate way.

INTRODUCCION

En el entorno actual, es impensable la existencia cualquier proceso productivo sin un sistema de control y seguimiento de costes capaz de mostrar en todo momento la situación económica del producto.

En el caso de la industria naval, es aún más importante e imprescindible dada la especial casuística del sector:

- Gran dependencia de la mano de obra, lo que obliga a un detallado control de horas invertidas a fin de evitar importantes desviaciones.
- Coexistencia de varios proyectos en paralelo en unas mismas instalaciones, y necesidad de conocer los costes asociados a cada uno de ellos por separado.
- Enorme presupuesto para cada proyecto; cuanto más dinero, más posibilidades de desviación.
- Gran cantidad de actores participantes a controlar presupuestariamente.
- Crisis del sector, que obliga a contratar con unos márgenes muy reducidos, casi para cubrir costes, lo cual implica pérdidas a la menor desviación sobre el presupuesto contractual.

Todos estos factores hacen imprescindible la puesta en marcha de un sistema de control de costes que garantice el conocimiento en todo momento de los costes incurridos a la fecha. Este dato, por sí solo, no va a definir el estado del proyecto, sino que debe ser acompañado de una adecuada interpretación para poder tomar decisiones. Lo que es imprescindible, es que el sistema a emplear proporcione la información necesaria, y de la manera adecuada, para una interpretación de los datos y toma de decisiones eficiente.

Tradicionalmente, el astillero, debido fundamentalmente a su estructura de funcionamiento, ha permanecido atrasado en la implantación de sistemas de control y gestión de costes encaminados al total control de las operaciones productivas con el fin de garantizar el cumplimiento de costes del proyecto. Estos sistemas, sin embargo, han sido implantados en empresas productivas pertenecientes a otros sectores.

Las causas de esta “deficiencia” son múltiples:

- Astilleros grandes con estatus de empresa pública muchos de ellos, en los cuales no se ha implantado hasta hace pocos años un sistema organizativo que permita controlar los costes de fabricación de los proyectos
- Existencia de un único propietario en medianos y pequeños astilleros que ejerce funciones de gerencia sin necesidad de reportar a socios ni rendir cuentas de gestión.
- Proceso productivo basado en mano de obra, y por tanto más difícil de “medir” y controlar.
- Tradicional falta de rigurosidad en el control y seguimiento de costes.

Es sólo a partir de la reconversión naval sufrida en España en los 80 cuando los astilleros han comenzado a preocuparse por ser competitivos como única opción para poder continuar con su actividad, y para ser lograr este objetivo han tenido que buscar alternativas de reducción de costes, así como de gestión y control de los mismos con el objetivo de evitar desviaciones durante la ejecución de los procesos; desviaciones que dadas las particularidades del sector podrían llevar al astillero a una grave situación financiera en caso de producirse.

De acuerdo a José M^a O’Kean, y aplicando su razonamiento a un astillero, para que una empresa de construcción naval esté dispuesta a producir un buque, el precio de venta del buque debe ser capaz de soportar las rentas salariales, las rentas empresariales y de capital, los impuestos a la producción y el coste de la energía y materias primas:

$$P = h \times W \times (1 + m) + T + P \times Q$$

dónde:

- $h \times W$ representa las rentas salariales:
 - h son las horas del trabajo necesarias para producir el buque,
 - W es el total de costes de una hora de trabajo (coste total, compuesto por salario propiamente dicho y costes de seguridad social e impuestos así como costes sociales de la empresa),
- $h \times W \times m$ representa las rentas empresariales y del capital:

- m es el margen que se aplica sobre el coste salarial,
- T son los impuestos a la producción y tasas que debe satisfacer el empresario en el desarrollo de su actividad empresarial,
- $P \times Q$ representa el coste de energía y materias primas:
 - Q es la cantidad de materias primas y energía incorporada a cada buque fabricado,
 - P es el precio de estos factores.

El empresario no puede actuar sobre varios de estos factores: no puede decidir sobre la carga impositiva a soportar (T), ni sobre el precio de energía y materias primas (P), ni tampoco tiene un alto margen de actuación sobre el coste de la hora de trabajo (W), coste a menudo regulado por convenios colectivos provinciales o estatales.

En cuanto al margen aplicado, la propia competencia se encargará de que los márgenes de las empresas sean similares, aunque diferenciados según los sectores y tipos de empresas. Este margen es muy importante porque debe ser suficiente para hacer rentables los proyectos de inversión que han ido conformando el stock de capital de la empresa y retribuir el desempeño de la función empresarial. Si el margen se reduce, la posibilidad de encontrar proyectos de inversión rentables a los tipos de interés del mercado se reduce también.

Por tanto, el factor de actuación de la empresa para ser competitiva y poder alcanzar los precios de mercado, es el h . Tal y como señala O’Kean, “las mejoras de la productividad empresarial debidas a la mejor organización empresarial, la innovación tecnológica, la mayor formación de los trabajadores (capital humano) o la utilización más intensiva del capital, disminuirán las horas de trabajo necesarias para poder producir una unidad de producto (h)”.

Esta eficiencia en la productividad empresarial no sólo redunda en una disminución de “ h ”, sino también en una utilización y aprovechamiento óptimo de Q .

En esta tesis, no sólo se va a definir cuál es el mejor sistema a aplicar en un astillero para el control de costes, sino que se va a explicar cómo utilizar dicho sistema para que desde un punto de vista operativo el sistema sea eficaz para el seguimiento y control de un

proyecto y no una herramienta más de registro que al final de la obra nos dé los costes incurridos agrupados por conceptos.

Un sistema de control de costes debe servir de registro de las transacciones financieras durante la ejecución del proyecto, pero no hay que olvidar que su objetivo principal es proporcionar a los directivos una clara indicación del progreso y los problemas asociados a dicho proyecto, a fin de permitir la toma de decisiones durante su ejecución.

En 1989, los catedráticos españoles Antonio López Díaz y Manuel Menéndez afirmaban:

“Nos encontramos actualmente en una fase en la que la Contabilidad de Gestión se constituye apoyándose en técnicas de cálculo y análisis ya conocidas a principio de siglo. La diferencia respecto a aquella época es que la información se elabora atendiendo a las nuevas técnicas de gestión, lo cual implica una visión sistémica de la empresa y del subsistema de información, formando parte del proceso de planificación y control, hasta el punto de que la figura del controller como principal funcionario directivo en el área de Contabilidad tiene gran influencia en el proceso de Control de Gestión, lo cual se manifiesta a través de los informes que elabora para la toma de decisiones lógicas en consonancia con los objetivos”.

A lo largo de esta tesis vamos a desarrollar el sistema a aplicar en un astillero, que cumpla con los objetivos generales exigibles a un sistema de control de costes y se adapte a las particularidades del astillero como empresa productiva.

PARTE 1 – TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Objetivos Parte 1:

Investigación y recopilación de datos. Estudio y análisis de los sistemas de control de costes que se aplican en los astilleros actuales

Presentación de los astilleros estudiados y sus peculiaridades

Tabla de contenido Parte 1:

PARTE 1 – TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	8
P1.1.- INTRODUCCIÓN A LA PARTE 1	10
P1.2.- ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO	11
<i>P1.2.1.- El coste</i>	<i>12</i>
<i>P1.2.2.- Definición de la contabilidad de costes</i>	<i>17</i>
<i>P1.2.3.- Historia de la contabilidad de costes</i>	<i>21</i>
<i>P1.2.4.- Sistemas de control de costes</i>	<i>29</i>
<i>Sistemas anglosajones</i>	<i>31</i>
• <i>Sistema de coste de absorción (absortion cost)</i>	<i>31</i>
• <i>Sistema de costes por órdenes de fabricación</i>	<i>32</i>
• <i>Sistema de costes por departamentos o procesos</i>	<i>40</i>
• <i>Sistema de coste variable o direct costing</i>	<i>41</i>
• <i>Sistema de coste estándar</i>	<i>42</i>
• <i>Sistema de coste ABC o activity based costing</i>	<i>45</i>
<i>Sistemas europeos o eurocontinentales:</i>	<i>54</i>
• <i>Sistema de coste completo</i>	<i>54</i>
• <i>Sistema de coste completo de imputación racional</i>	<i>55</i>
• <i>Sistema de coste completo con diferencias de incorporación</i>	<i>55</i>
• <i>Sistema de costes variables.</i>	<i>55</i>
• <i>Sistema de coste variable perfeccionado</i>	<i>56</i>
• <i>Sistema de coste estándar</i>	<i>57</i>
• <i>Sistema de coste directo</i>	<i>57</i>
<i>P1.2.5.- Interrelaciones de los sistemas de control de costes</i>	<i>59</i>
P1.3.- SISTEMAS DE CONTROL DE COSTES EN LOS ASTILLEROS ESTUDIADOS	61
<i>P1.3.1.- Estructura productiva y control de costes de los astilleros estudiados</i>	<i>63</i>



• Astillero 1	63
• Astillero 2	70
• Astillero 3	76

Índice de ecuaciones Parte 1:

<i>Ecuación 1.- Tasa de costes indirectos</i>	34
---	----

Índice de Ilustraciones Parte 1:

<i>Ilustración 1.- Clasificación de los costes</i>	14
<i>Ilustración 2.- Diferencias entre contabilidad financiera y contabilidad de gestión</i>	18
<i>Ilustración 3.- Etapas en los sistemas de control de costes</i>	25
<i>Ilustración 4.- Esquema de costes en el sistema de órdenes de fabricación</i>	33
<i>Ilustración 5.- LIFO vs FIFO</i>	34
<i>Ilustración 6.- Presupuestación de costes indirectos</i>	36
<i>Ilustración 7.- Coste de los bienes vendidos</i>	37
<i>Ilustración 8.- Sistema absorción de costes vs sistema ABC</i>	46
<i>Ilustración 9.- Asignación de costes a los productos en el sistema ABC</i>	48
<i>Ilustración 10.- Beneficio vs número de factores de reparto empleados</i>	51
<i>Ilustración 11.- Interrelaciones entre los sistemas de control de costes</i>	60

Índice de tablas Parte 1:

<i>Tabla 1.- Reparto de costes fijos y variables en Corea, Japón y USA</i>	15
<i>Tabla 2.- Diferencias entre el sistema ABC y los ERP</i>	28
<i>Tabla 3.- Factores de reparto sistema órdenes de fabricación: tasa única vs tasa múltiple</i>	40
<i>Tabla 4.- Modelos de costes en la doctrina anglosajona</i>	53
<i>Tabla 5.- Clasificación e imputación de cargas en el sistema de costes variables simplificado</i>	56
<i>Tabla 6.- Modelos de costes en la doctrina eurocontinental</i>	58



P1.1.- INTRODUCCIÓN A LA PARTE 1

Esta primera parte de la tesis (P1) tiene como objetivo la adquisición de los conocimientos necesarios acerca de los sistemas de control de costes existentes, para efectuar el posterior análisis de los sistemas empleados en los astilleros estudiados así como la definición del sistema de control de costes óptimo a aplicar en un astillero tipo.

Se desarrolla en dos líneas:

- Estado del arte de los sistemas de control de costes, P1.2.
- Sistemas de control de costes empleados en astilleros españoles, P1.3.

P1.2.- ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO

Antes de comenzar a describir los sistemas de control de costes empleados en los astilleros estudiados durante el desarrollo de esta tesis, es importante definir y explicar qué es un sistema de control de costes y cómo éstos han variado desde que comenzaron a emplearse en las instalaciones fabriles. La razón de comenzar con esta descripción es que carece de sentido empezar a hablar de los sistemas de control empleados en la muestra de astilleros estudiados sin saber exactamente qué es un sistema de control de costes y cuándo se emplea de manera eficiente.

Para comenzar con el estudio de los sistemas de control de costes existentes, vamos a definir primeramente qué es un coste, algo fundamental de cara a comprender el funcionamiento de los diferentes sistemas de control que estudiaremos.

Una vez definido el concepto de “coste”, el segundo paso es el estudio de los diferentes sistemas de control que han sido utilizados en las empresas industriales desde el origen de la contabilidad de costes hasta nuestros días.

Un breve recorrido por la historia de la contabilidad de costes precede al análisis y descripción de los sistemas de control de costes estudiados.

P1.2.1.- EL COSTE

Dado que esta tesis trata del control costes, es necesario definir que entendemos por coste. El coste, en su definición económica:

- va unido a la noción de sacrificio,
- aplicado al proceso productivo, hace referencia al conjunto de medios sacrificados para acometerlo,
- implica un proceso de valoración tendente a cuantificar monetariamente esos medios sacrificados.

Para que haya coste en un proceso productivo, tiene que haber consumo. El coste es, desde una perspectiva económica, el importe monetario de los medios cuantificados y consumidos que ha sido necesario aplicar al proceso productivo, por el que se obtienen los bienes y servicios propios de la actividad normal de la empresa.ⁱ

Desde el punto de vista contable, el coste recoge el conjunto de recursos o cargas incorporables que intervienen en el proceso productivo en un período determinado, y que son captadas, registradas y valoradas según los criterios propios de esta disciplina contable.

Coste es por tanto el conjunto de cargas o gastos del periodo que decidimos incorporar, como propios o necesarios, a las distintas etapas del proceso contable, que trata de medir y registrar el movimiento interno de valores, ocasionado por la actividad productiva que es normal a la empresa.

Los costes a su vez se clasifican de acuerdo a su naturaleza y a las características del sistema de costes a emplear. Así podemos hablar de costes directos, indirectos, fijos, variables,...:

- Directos e indirectos. Según puedan identificarse de manera evidente y sencilla con los productos fabricados o no. Los costes indirectos, también llamados comunes, corresponden a varios productos y deben repartirse de una manera más o menos arbitraria entre ellos.
- Fijos y variables. Fijos son aquellos insensibles a los cambios en el volumen de producción, mientras que variables son los que varían de manera casi

proporcional a los cambios en el volumen de producción. El coste total es el formado por el coste fijo más el coste variable. Existen además los costes mixtos o semivariantes, que se miden a partir de los generadores de coste.

- **Inventariables y no inventariables.** Inventariables son aquellos que están íntimamente ligados o relacionados con los productos y son susceptibles de poder permanecer en la empresa durante más de un ejercicio, en los almacenes o inventarios de empresa hasta tanto los productos no sean vendidos. No inventariables son aquellos que no participan directamente en la elaboración de los productos, y por tanto deben integrarse o regularizarse en el periodo en el que se originan. Se denominan también a reintegrar y no inventariables intrínsecos. También se conocen como costes del producto y costes del periodo respectivamente.
- **Controlables y no controlables.** Costes controlables son aquellos sobre los que tienen capacidad de decisión, tanto sobre la conveniencia de incurrir o no en él, como sobre su importe. Son costes que pueden ser modificados por el responsable correspondiente. No controlables son los que se escapan de la capacidad de toma de decisiones sobre los mismos.
- **Realizados o históricos y predeterminados o estándares.** Realizados son los que ya se han originado en la empresa. Los predeterminados, presupuestados o estándares son aquellos que se han predicho al carecer de información exacta sobre lo que va a necesitar.
- **Marginal.** El coste de producir una unidad a mayores. Este es un coste poco empleado en construcción naval, ya que rara vez se dan series o ampliaciones de pedido. No hay que confundirlo con el margen de contribución, que es la diferencia entre el precio y el coste variable de un producto.
- **Aislados y no aislados.** Costes aislados son aquellos costes que repartidos a una división no dependen del desempeño de las restantes divisiones. Se dice que los costes son no aislados cuando sí dependen del desempeño de las restantes divisiones.
- **Coste relevante.** Coste relativo al futuro que puede verse afectado por la decisión que se está evaluando. El irrelevante es independiente de la decisión a tomar, por lo que no se verá afectado por la misma.

- Hundido. Es el coste que no puede modificarse, ya sea porque ya se ha producido o porque se ha tomado una decisión previa que hace que sea irreversible su acaecimiento.
- Incremental o diferencial. Es el aumento de coste que se produce si se fabrica o vende un conjunto adicional de unidades de producto.

De todos los tipos de costes definidos, la clasificación principal empleada en el control de costes es la de costes fijos y variables junto con los costes directos e indirectos.

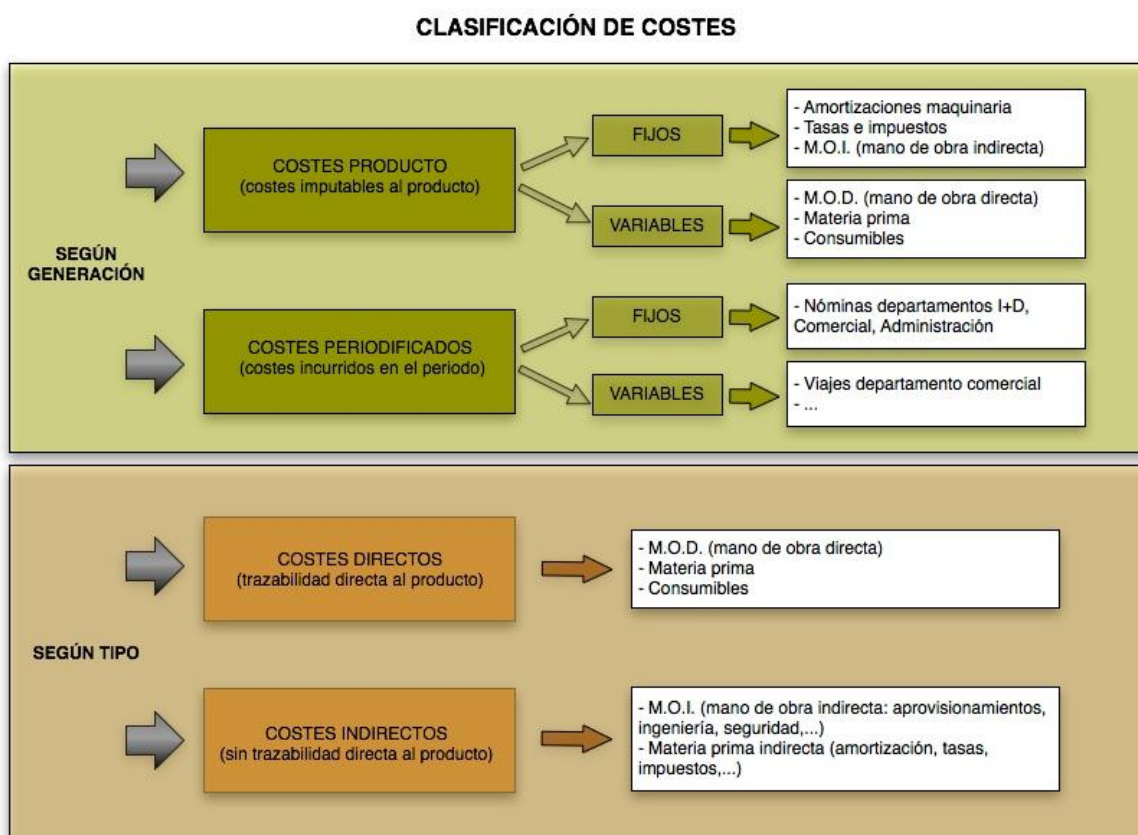


Ilustración 1.- Clasificación de los costes

Es necesario analizar y clasificar bien los costes, ya que un mismo coste, dependiendo de la decisión tomada o estudiada puede ser fijo o variable. Por ejemplo, los costes de mantenimiento del astillero pueden considerarse como fijos o variables. Los argumentos para incluirlos en una u otra categoría son varios:

Para clasificarlos como costes fijos:

- los costes de mantenimiento son fundamentalmente costes preventivos, en los que habrá que incurrir con o sin producción en curso, son por tanto costes fijos.
- los costes no preventivos tienen su origen en un incorrecto uso de los equipos y herramientas y no sólo en el desgaste debido al uso, por lo tanto, son independientes del volumen de producción.

Para clasificarlos como costes variables:

- los costes de mantenimiento dependen del número de horas máquina, y no sólo del período transcurrido entre revisiones, por lo que varían con el volumen de producción, siendo mayores cuando mayor es ésta.
- existen costes de mantenimiento no preventivo causados por el desgaste de los equipos o por el uso de los mismos en determinadas condiciones exigidas por el proceso de fabricación, estos costes están directamente relacionados con el producto fabricado y con el volumen de fabricación.

Muchas veces, la clasificación de un mismo coste depende de la cultura empresarial y varía de un país a otro. Es muy interesante la tabla reproducida a continuación por cuanto muestra las diferencias entre Corea, Japón y USA a la hora de clasificar los costes entre fijos y variables.

Tipos de costes	Corea			Japon			USA		
	Variable	Semivariable	Fijo	Variable	Semivariable	Fijo	Variable	Semivariable	Fijo
M.O.D.	41%	13%	27%	48%	5%	40%	71%	5%	7%
Mantenimiento	29%	25%	26%	8%	18%	58%	23%	36%	24%
M.O.I.	10%	15%	52%	3%	3%	75%	3%	22%	58%
Herramientas	22%	26%	32%	28%	23%	38%	24%	27%	25%
Energía	40%	20%	15%	38%	28%	25%	21%	36%	23%
Amortizaciones	6%	9%	66%	0%	0%	80%	1%	6%	78%

Tabla 1.- Reparto de costes fijos y variables en Corea, Japón y USAⁱⁱ

Como regla general, podemos decir que los costes directos son variables. Aunque hay algunos de carácter fijo, como amortizaciones o mantenimiento de maquinaria. Incluso

la mano de obra directa (m.o.d.) es coste fijo si no hay libre despido/contratación, que es el caso de España.

La decisión sobre si clasificar un coste como directo o indirecto no es fácil, y en ocasiones costes pequeños en relación al precio del producto se tratan como indirectos para simplificar su gestión, ya que podría ser superior el coste de seguimiento y control que el beneficio conseguido con el mismo.

Los costes indirectos no tienen una trazabilidad directa al producto, sino que tienen que ser repercutidos a través de generadores o factores de coste.

Los generadores de coste más comunes son las horas de m.o.d., el material directo, y las horas de máquina. Normalmente se escoge el generador de coste que implica una mayor aproximación al factor/factores que hacen variar el coste indirecto a repercutir al producto.

P1.2.2.- DEFINICIÓN DE LA CONTABILIDAD DE COSTES

La información económico-financiera de cualquier empresa tiene interés no sólo para su uso interno sino también para su uso externo, existiendo dos tipos diferentes de usuarios con necesidades de información diferentes:

- Usuarios externos (accionistas, clientes, proveedores,...), que están interesados en la entidad por motivos financieros o comerciales, pero que no participan en el desarrollo de la actividad. Para ellos existe la contabilidad financiera.
- Usuarios internos, que participan en la actividad de la empresa y necesitan información contable para el control y toma de decisiones, y emplean la contabilidad de gestión con ese fin.

La contabilidad financiera se ocupa de la clasificación, anotación e interpretación de las transacciones económicas de la empresa, con vistas a la preparación de los estados financieros que son los encargados de reflejar los resultados económico-financieros de la empresa al finalizar el período de operaciones, cuya periodicidad viene regulada por la ley. La información que proporciona la contabilidad financiera no brinda datos tales como el coste de los productos, su rentabilidad o la eficiencia en la mano de obra, necesarios para la gestión de la empresa.

Esta limitación de la contabilidad financiera dio origen a la contabilidad de gestión, que es la encargada de la recopilación y el análisis de la información necesaria y relevante para la toma de decisiones en la empresa.

Es importante no confundir ambas ramas de la contabilidad, ya que hay varias e importantes diferencias entre la contabilidad financiera y la gestión, siendo las principales las siguientesiii:

- La contabilidad de gestión no responde a una estructura única.
- La contabilidad de gestión no se ajusta a normas o criterios de aplicación general, tales como el Plan General Contable que aplica a la financiera.
- La contabilidad de gestión no asume la obligatoriedad y periodicidad impuesta por normas técnicas o legales (presentación de cuentas anuales en el caso de la contabilidad financiera).

- En la contabilidad de gestión la información no se refiere exclusivamente a los componentes monetarios de un fenómeno por ella estudiados, incorpora información física.
- La contabilidad de gestión analiza particularmente el futuro y no siempre en base a la realidad actual.
- En la contabilidad de gestión la certeza o exactitud cede a la necesidad de información rápida y oportuna. La información que proporciona la contabilidad de gestión se refiere a circunstancias, hechos o segmentos particularizados y no al total de la organización.

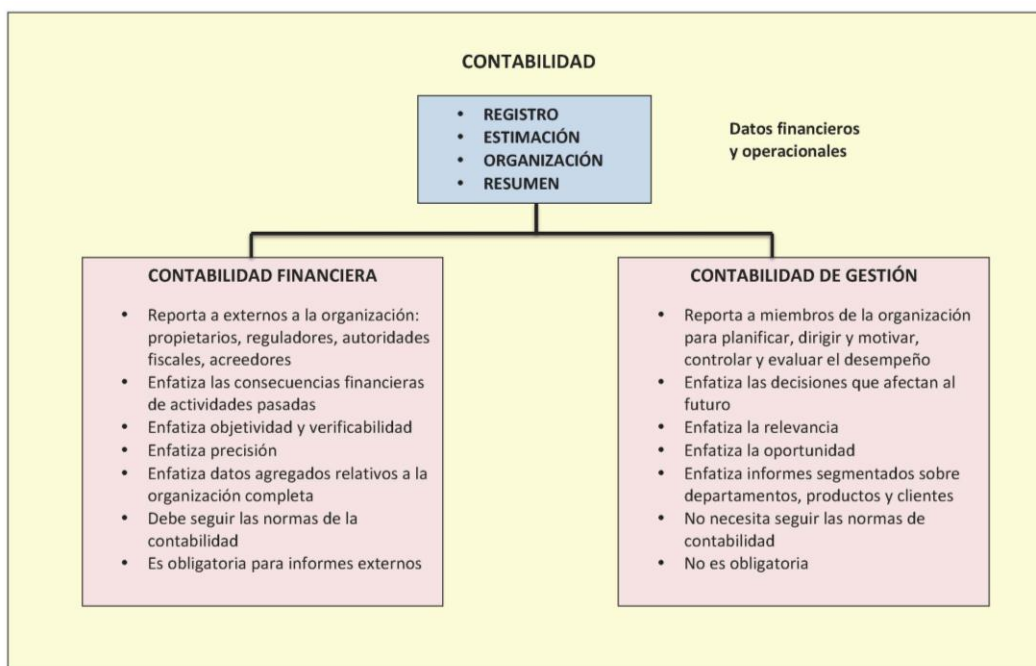


Ilustración 2.- Diferencias entre contabilidad financiera y contabilidad de gestión^{iv}

El control de costes no es una herramienta de gestión reciente, aunque pueda parecerlo por su escaso y a menudo incorrecto uso, sino que apareció hace ya dos siglos. Desde su origen, la contabilidad de gestión (como sistema informativo encargado de la acumulación y el análisis de la información para la toma de decisiones) ha tenido que adaptarse a cada una de las condiciones que han caracterizado cada una de las fases de desarrollo empresarial e industrial.

Hay múltiples definiciones para el control de costes, siendo una de las más sencillas y acertadas la siguiente:

*“La contabilidad de gestión o control de costes es un sistema **informativo** responsabilizado con la presentación de información contable útil a la hora de tomar **decisiones** y en el momento oportuno para la adopción de **decisiones**.”^v*

Explicándolo de una manera más detallada podemos decir que la actividad productiva de cualquier empresa consiste en la aplicación de unos medios productivos que permiten la obtención de unos bienes y servicios a través de un proceso adecuado a ese fin. Los bienes y servicios obtenidos así como los medios productivos, pueden ser medidos en relación a:

- Su naturaleza (medición en relación a unidades físicas).
- Su valor (medición en relación a unidades monetarias).

La contabilidad de costes es la que se ocupa del movimiento interno de valores ocasionado por la actividad productiva, sin perder de vista las características físicas de los medios productivos empleados y de los productos y servicios obtenidos.

Otras definiciones de la contabilidad de gestión por parte de entidades y autores son igualmente interesantes:

La AECA (1990) señala que la contabilidad de gestión tiene por objeto la captación, medición y valoración de la circulación interna, así como su racionalización y control con el fin de suministrar a la organización la información relevante para la toma de decisiones empresariales.

El control de costes debe por tanto integrarse como uno de los instrumentos de decisión en la empresa, orientado hacia las decisiones con criterios que ayuden a la hora de seleccionar entre diferentes alternativas y permitan la creación de un marco conceptual para analizar los procesos que se desarrollan en una organización.

Según Horngren (1993) las funciones de la contabilidad de gestión son la elaboración y transmisión de información que contribuye a la adopción de decisiones económicas inteligentes, y lograr la motivación de los usuarios para conseguir los objetivos básicos de la organización.

Para Kaplan (1988) las funciones son tres:

- valoración de existencias para los estados financieros y fiscales,
- control de operaciones que proporcione retroalimentación a los directivos sobre los recursos utilizados,
- medida del coste de cada producto.

Otros autores como Drury o Zimmerman tienen definiciones diferentes de las funciones de la contabilidad de costes, resumiéndolas y agrupándolas podemos decir que la contabilidad de costes:

- ofrece información relevante y oportuna a los directivos;
- posibilita una mejor utilización de los recursos en la producción de bienes o en la prestación de servicios;
- sirve de método de control, recopilando datos que permitan realizar una evaluación de resultados y rendimientos;
- contribuye a mejorar la competitividad en términos de costes, calidad y rentabilidad.

El sistema de costes a emplear (hay múltiples) depende del uso que se le quiera dar a la información obtenida. Dependiendo de este uso, deberá elegirse el sistema de control de costes que más convenga y se adapte a las particularidades productivas de la empresa en la que se implementará.

P1.2.3.- HISTORIA DE LA CONTABILIDAD DE COSTES

Una vez definida la contabilidad de gestión, es necesario remontarse a su origen para conocer su evolución a lo largo de los últimos siglos.

La contabilidad de costes, aunque de reciente implantación masiva (segunda mitad del siglo XX), tiene ya tras de sí más de dos siglos de existencia a lo largo de los cuales ha ido adaptándose a los cambios sufridos por el proceso industrial.

Antes de la revolución industrial de finales del siglo XVIII, la actividad productiva descansaba en operaciones externas (el empresario no realizaba por sí mismo actividades productivas, sino que adquiría las materias primas, encargaba su transformación a talleres, y finalmente vendía los productos en el mercado), y la contabilidad financiera era suficiente para conocer los costes incurridos, las ventas realizadas, y por tanto el beneficio obtenido.

Los negocios existentes en esa época eran pequeños, y fundamentalmente familiares. El propio dueño se encargaba de tomar prácticamente la totalidad de las decisiones que afectaban al negocio, delegando tan sólo en sus empleados aquellas de muy poca importancia.

La aparición de la revolución industrial hizo necesaria la contabilidad de costes, al modificar el esquema productivo: las empresas aumentaron de tamaño y pasaron a contar con talleres propios, mano de obra contratada.... La entidad de las operaciones internas de la empresa hizo insuficiente la contabilidad financiera al aparecer la necesidad de calcular el coste del producto fabricado para poder determinar el precio de venta adecuado y tomar decisiones.

La mayoría de las técnicas modernas de control de costes se desarrollaron en el siglo XIX. En ese siglo se produjeron numerosos cambios en las actividades empresariales, modificando de nuevo el escenario económico empresarial, cambios que hicieron aún más necesaria la existencia de un control de los costes incurridos:

- Creación de empresas con actividades en áreas geográficas muy amplias;
- Implantación en las empresas de técnicas y procedimientos de análisis de productividad, eficiencia y rentabilidad;

- Tendencia a una diversificación de las actividades de la empresa, que pasa a producir varios productos.

La industria textil y del ferrocarril fueron quizás las que más contribuyeron al desarrollo de los sistemas de control de costes. En estas industrias, en el siglo XIX, se desarrollaron sistemas de control que permitían conocer datos tales como el coste por kilo de tejido de cada uno de los procesos necesarios para su fabricación, o el coste por tonelada o unidad de longitud del ferrocarril.

El desarrollo industrial y social durante las primeras décadas del siglo XX dieron lugar a importantes cambios en el proceso productivo. La mano de obra y los materiales directamente aplicables a los productos propios de organizaciones productivas basadas en la mano de obra, dejaron de ser los costes principales en las nuevas organizaciones, dotadas de procesos más automatizados y con numerosos recursos indirectos. Al aumentar la cantidad de recursos indirectos y servicios soporte empleados en la elaboración de los productos surgió la necesidad de asignar los costes de los mismos para poder determinar el precio de los productos producidos.

A finales del primer cuarto de siglo XX, las empresas habían implantado diferentes procedimientos contables de gestión, y se produce el nacimiento de la contabilidad de gestión.

Desde 1930 y hasta la década de los sesenta, la contabilidad de costes estuvo sometida a la contabilidad financiera, y su principal utilidad era el dar a conocer de manera rigurosa la valoración de las existencias que la empresa producía. Se buscaba conocer con la mayor precisión posible el coste de los productos.

En esta primera etapa de desarrollo, los sistemas de control de costes empleados manifestaban numerosas deficiencias:

- Contenían errores bien en los datos, bien en el tratamiento que de ellos se hacía, por lo que eran necesarios tiempo y recursos para su gestión;
- Se detectaban desviaciones en los inventarios;
- La asignación de costes a los productos contenía múltiples errores.

La consecuencia directa de estas desviaciones y por lo tanto de la poca fiabilidad de los informes generados a partir de los datos existentes, era la dificultad o imposibilidad de toma de decisiones a partir de los mismos.

Durante los años 60 se vivió la década del cálculo de costes variables. Los cambios experimentados a nivel social y económico, relanzaron la contabilidad de costes, que pasó a integrarse en la contabilidad de gestión. Era un elemento necesario para hacer frente a la toma de decisiones, ya que el precio del producto ya no servía para ello. Los sistemas de control de costes empleados hasta la fecha no informaban adecuadamente de los costes de los productos, ya que sólo identificaban los costes a corto plazo, pero no otros costes a tener en cuenta, tales como diseño, publicidad, ventas,...

En esta etapa se desarrollaron los informes financieros según las normas contables aplicables, pero seguían sin aportar información suficiente para la toma de decisiones.

La contabilidad de costes se centró en la búsqueda de modelos y técnicas que pudiesen proporcionar diferentes tipos de información, para poder tomar decisiones diversas, es decir, empezó a adecuarse a la empresa moderna y a sus necesidades. Perdió por lo tanto dependencia de la contabilidad financiera y se integró en la contabilidad de gestión.

En los años 70 se desarrolló la presupuestación en base cero (ZBB) y se produjo una consolidación de los logros conseguidos en la etapa anterior. Comenzó además a efectuarse el análisis coste-beneficio de los sistemas de control (coste de elaboración y suministro de información frente a beneficio que proporciona) con el fin de determinar la eficiencia de la información suministrada por los sistemas de la contabilidad de costes.

Los años 80 fueron los de la contabilidad de costes basada en las actividades o *Activity Based Costing* (ABC), y en los 90 se produjo la aparición de las nuevas tecnologías de gestión, contabilidad de dirección estratégica, nuevos sistemas de medida y control, control total de la calidad... En estas dos décadas se intentó instrumentar una teoría general, a partir de las técnicas existentes, siendo el periodo de consolidación de los sistemas de control de costes como sistemas imprescindibles en las empresas no sólo fabriles, sino de todo tipo.

Los sistemas de control de costes empleados en las empresas en este periodo eran sistemas adaptados a sus necesidades:

- Adaptados a las empresas, sistemas a medida para la obtención de informes financieros, medición de costes,...;
- La información relativa a costes se extraía de la información financiera, aplicándole sistemas de control de costes ABC;
- Los informes así obtenidos a partir de los sistemas de control, proporcionaban información sobre la eficiencia y calidad de los procesos.

La introducción del sistema ABC en las organizaciones mejoró sustancialmente la precisión de los sistemas de control de costes. Los sistemas de asignación de costes asignaban los costes indirectos a los productos a través de generadores de coste basados en el volumen, tales como horas de mano de obra. Esto inducía en los sistemas de control de costes empleados hasta la fecha a una distorsión en el cálculo de los costes del producto, ya que muchos de los costes indirectos que intervienen en la fabricación de los productos no son usados en proporción a sus volúmenes de producción.

Los sistemas ABC relacionan los costes de los recursos con la variedad y complejidad de los productos producidos, no sólo con los volúmenes físicos producidos.

Las empresas han cambiado mucho en las últimas décadas del siglo XX, el ciclo de vida de los procesos y productos ha disminuido, la estructura de las organizaciones se ha modificado, la importancia creciente de la competencia, la globalización y descentralización..., es por ello que los sistemas tradicionales de información utilizados por la contabilidad de costes se han quedado obsoletos o cuando menos no son capaces de proporcionar la cantidad de información que la empresa necesita.

La aparición de la informática y su desarrollo han tenido un gran impacto en el desarrollo de los procesos contables durante el último cuarto del siglo XX: mayor cantidad de datos y mayor velocidad de obtención.

En la primera década del siglo XXI, los cambios en las empresas se han producido a gran velocidad (con la globalización e internalización de mercados, incertidumbre y turbulencia del entorno, aumento de la competencia, demanda exigente y selectiva,

aumento en el catálogo de productos ofertados por las empresas, utilización de la calidad como estrategia competitiva diferenciadora, utilización del precio competitivo).

En este escenario los actuales sistemas de coste tienen la obligación de proporcionar un flujo constante de información fiable que analice e identifique los costes relevantes y permita relacionarlos con la causa y el propósito por el que se ha incurrido en ellos.

Los sistemas de contabilidad tradicionales se han quedado obsoletos en el día de hoy, debido a la modificación de las condiciones de la empresa en los últimos años. Los factores críticos de éxito en la actualidad no sólo están relacionados con la minimización de los costes, si no que van más allá.

	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3	ETAPA 4
CALIDAD DATOS	X	✓	✓	✓
INFORMES FINANCIEROS EXTERNOS	X	✓	✓	✓
COSTES PRODUCTO	X	X	✓	✓
CONTROL OPERACIONES	X	X	✓	✓

ETAPA 1: Sistemas inadecuados para la información financiera

ETAPA 2: Sistemas de reporte financiero

ETAPA 3: Sistemas customizados

ETAPA 4: Sistemas de costes integrados e informes financieros

Ilustración 3.- Etapas en los sistemas de control de costes^{vi}

Como dice Kaplan, la contabilidad de gestión en el siglo XXI debe servir a los objetivos estratégicos de la empresa, y para ello debe:

- Poseer simplicidad de reporte, con total integración en los sistemas de gestión fabriles;
- Proporcionar información precisa de los costes imputados a cada una de las partidas presupuestarias, de modo que sea fácil identificar el origen de las desviaciones;
- Ser la base para la toma de decisiones;
- Registrar información histórica a emplear en proyectos futuros.

Para la consecución de estos objetivos es necesario suministrar información adecuada, apareciendo nuevas técnicas de gestión:

- Gestión de costes basada en sistemas focalizados en el seguimiento de las actividades realizadas en las empresas;
- Sistemas de fabricación flexibles que permiten la eliminación de las existencias o su reducción a mínimos;
- Gestión de la calidad total y de los costes que implica este planteamiento;
- Ampliación del campo de estudio de esta disciplina hacia la vertiente estratégica de la empresa;
- Gestión de los costes relacionados no sólo con la fabricación del bien sino además con el ciclo de vida de los productos;
- Gestión de intangibles.

Todo ello se ha materializado con la implantación de ERP's (Enterprise Resource Planning) en la última década aplicados a la contabilidad de costes, e integrando así tres objetivos principales:

- Planificación y control de costes;
- Valoración de los bienes y servicios;
- Utilización del precio competitivo.

Los ERP's datan de los años 90, cuando el desarrollo de los MRP (Manufacturing Resources Planning) y CIM (Computer Integrated Manufacturing) dio lugar a una herramienta centralizadora de todas las actividades de la empresa, con independencia del sector al que ésta pertenezca.

Un ERP proporciona a la empresa un sistema integrado que opera en tiempo real sin necesidad de actualizaciones, proporcionando a los usuarios un conjunto de aplicaciones que trabajan sobre una única base de datos común a todas ellas. En la actualidad, la mayoría de sistemas de control de costes se integran en ERP's tales como SAP, ORACLE, META4,...; es decir, sistemas de gestión empresarial integrada de amplia difusión. Estos ERP's se integran a su vez en los nuevos sistemas de gestión de las empresas, que persiguen la gestión estratégica de costes como medio para la obtención de una ventaja competitiva.

Una de las aplicaciones de los ERP's, es la gestión de proyectos, que proporciona información sobre costes, facturación, fabricación, planificación....y demás aspectos de gestión de proyectos, y desde la que se pueden obtener datos necesarios para el seguimiento y control de costes válidos para la toma de decisiones.

Los sistemas ERP funcionan como grandes bases de datos, que en el caso del control de costes reciben inputs en forma de imputaciones de horas, materiales, servicios...y devuelven outputs en forma de consultas con los datos agrupados por proyecto, por grupo de coste, por fecha....y prácticamente bajo cualquier nivel de agrupación que deseemos.

Los sistemas ERP suponen una transición desde el sistema ABC al sistema de costes integrados que busca entre sus objetivos la mejora y el aprendizaje operacional. El sistema ABC tan expandido a partir de los años 80 se focaliza en el beneficio del producto y cliente, y busca la identificación de oportunidades de mejora en el proceso de fabricación. Para ello asigna costes en función de ratios predeterminados, por lo que los costes asignados no se corresponden necesariamente con los costes reales.

El objetivo del ERP es la mejora de la eficiencia de la organización, no sólo de los procesos, con el empleo de datos en tiempo real. Para ello requiere de datos reales medidos con un alto grado de precisión.

Las principales diferencias entre los sistemas ABC y los sistemas integrados se detallan en la tabla siguiente:

	ERP	ABC
Coste de los recursos usados	Coste real	Coste estándar
Frecuencia de actualización de datos e informes	Continua	Periódica
Exactitud datos	Alta	Estimaciones
Alcance del sistema	Centro de responsabilidad	Cadena completa
Enfoque del sistema	Coste recursos suministrados	Coste recursos usados
Variabilidad de costes	Énfasis en costes fijos y variables a corto plazo	Variabilidad dependiente de los atributos de los costes
Aplicabilidad	Más útil en procesos repetitivos y predecibles	Aplicables universalmente
Sistemas complementarios	No financieros	Análisis necesidades del consumidor, competidor,...

Tabla 2.- Diferencias entre el sistema ABC y los ERP^{vii}

P1.2.4.- SISTEMAS DE CONTROL DE COSTES

En la actualidad, la mayoría de sistemas de control de costes se integran en ERP's tales como SAP, META4, Sage, Microsoft Dynamics,...; es decir, sistemas de gestión empresarial integrada de amplia difusión. Estos ERP's se integran a su vez en los nuevos sistemas de gestión de las empresas, que persiguen la gestión estratégica de costes como medio para la obtención de una ventaja competitiva.

Los sistemas ERP funcionan como grandes bases de datos, que en el caso del control de costes reciben inputs en forma de imputaciones de horas, materiales, servicios...y devuelven outputs en forma de consultas con los datos agrupados por proyecto, por grupo de coste, por fecha...y prácticamente bajo cualquier nivel de agrupación que deseemos. No obstante, es necesario definir como queremos que se agrupen estos costes, estableciendo las reglas o premisas de agrupación y para ello, existen varios sistemas de contabilidad de costes en los que se basan todos los sistemas informáticos en uso.

Los sistemas de control de costes se han agrupado tradicionalmente en dos grandes grupos en función de su origen geográfico y posterior desarrollo y aplicación: sistemas europeos o eurocontinentales y sistemas anglosajones. No obstante, muchos de ellos no presentan diferencias significativas en cuanto a sus características con independencia de que se hayan desarrollado a uno u otro lado del océano atlántico a partir de un origen común o muy similar, como en el caso de costes variables que veremos a continuación. A menudo, son aproximaciones ligeramente diferentes de un mismo sistema de control, donde cada región aplica a principios básicos de control de costes particularidades locales, lo cual se hará evidente tras la lectura de la explicación resumida de cada uno de los sistemas existentes.

Vamos ahora a estudiar ambos grupos: los sistemas de control de costes europeos o también llamados eurocontinentales, de desarrollo y uso en el continente europeo, y los anglosajones, de desarrollo y uso en los países de origen anglosajón.

Todos estos sistemas tienen su origen en el siglo pasado y han sobrevivido a los cambios acaecidos a lo largo de los dos siglos de existencia de la contabilidad de costes. Vamos a explicar brevemente en qué consisten todos ellos y a analizar su funcionamiento como

paso previo a la definición del sistema de control de costes óptimo para un astillero, focalizándonos en aquellos sistemas más representativos (costes por órdenes de trabajo, costes por procesos y ABC) por su amplia utilización.

- Modelos anglosajones:
 - sistema de absorción de costes
 - sistema de costes por órdenes de trabajo o pedidos (por órdenes de fabricación)
 - sistema de costes por procesos
 - sistema de costes mixtos o híbridos:
 - sistema de costes variable
 - modelo de costes estándar
 - modelo ABC
- Modelos eurocontinentales:
 - sistema de coste completo
 - de imputación racional
 - con diferencias de incorporación
 - sistema de costes variables
 - variable perfeccionado
 - sistema de coste estándar
 - sistema de coste directo^{viii}

SISTEMAS ANGLOSAJONES

- **Sistema de coste de absorción (absortion cost)**

Los sistemas de absorción de costes tienen el objetivo de asignar/relacionar directamente los costes a los productos fabricados, denominados en este sistema objetos de coste. El sistema de control de costes de absorción es similar al sistema de costes completos de la teoría eurocontinental, sólo que en este caso empleando el concepto de objeto de coste en lugar del de centro de actividad. Existen varias modalidades:

- El sistema de control de costes job order o por orden o pedido, que se emplea en empresas que fabrican una amplia variedad de productos, normalmente con bastantes diferencias unos de otros, y en cantidades pequeñas. Cada producto pasa por distintos centros de trabajo u operaciones. También se emplea en procesos productivos de ensamblaje. Un pedido puede consistir en la producción de una única unidad, para la que es necesaria la realización de varias tareas/operaciones diferentes. El coste de cada una de estas tareas se traza separadamente y el sistema de costes job order acumula los costes por tareas.
- El sistema de control de costes por procesos, que se emplea en fábricas con producción continua o en las que no existen diferencias entre los lotes de fabricación (refinerías, fabricante de bebidas gaseosas,...). Los costes se asignan a los procesos productivos y finalmente a los productos fabricados a lo largo de los diferentes procesos.

Con cualquiera de los sistemas se cumple el objetivo de asignar todos los costes de fabricación a los productos fabricados.

Existen además sistemas mixtos, en los que cada sistema se ajusta a las características de la empresa. La dificultad en cualquiera de los sistemas de absorción es la asignación de los costes indirectos.

- **Sistema de costes por órdenes de fabricación**

El sistema de costes por órdenes de fabricación o pedido es aplicable a empresas que trabajan sobre pedido, fabricando un número reducido de unidades de una amplia variedad de productos. Tiene dos variantes:

- Sistema de costes por orden de fabricación o trabajo, que se relaciona con productos o subproductos desarrollados en un periodo de tiempo relativamente corto y se produce en las instalaciones del fabricante.
- Sistema de costes por pedido, que corresponden a los trabajos desarrollados para un contrato en un periodo de tiempo más extenso y que puede incluir su realización total o parcial en las instalaciones del cliente.

Las características principales del sistema de control de costes por órdenes de fabricación o job order son las siguientes:

- los ítems fabricados son los objetos de coste;
- todos los costes directos de fabricación son ligados directamente al producto;
- cada tarea recibe el prorrateo de costes indirectos, aunque sólo se asignan los costes indirectos de fabricación (con ayuda del factor o tasa de reparto). El resto de costes indirectos se consideran costes del periodo y van directamente a la cuenta de resultados;
- como medida de prorrateo, se emplean las horas de máquina o bien horas de mano de obra directa (m.o.d.), que son la base del reparto de costes;
- la tasa de indirectos/h de m.o.d. o bien de indirectos/h de máquina se establece al comienzo del año, antes de que comience el primer trabajo. Se obtiene a partir del coste total de indirectos previsto para el año entre las horas de máquina o las horas de m.o.d. anuales previstas;
- los costes que se reportan son costes medios más que variables o marginales. Cada trabajo/tarea lleva asociada una parte de los indirectos. Ya que los indirectos incluyen tanto costes fijos como variables, los indirectos repartidos contienen costes fijos.

Las hojas de coste que este sistema emplea permiten la asignación de todos los costes de la factoría a los productos en fabricación. En el momento en el que se realiza

cualquier consumo (materia prima,...) se carga automáticamente el coste del mismo al producto.

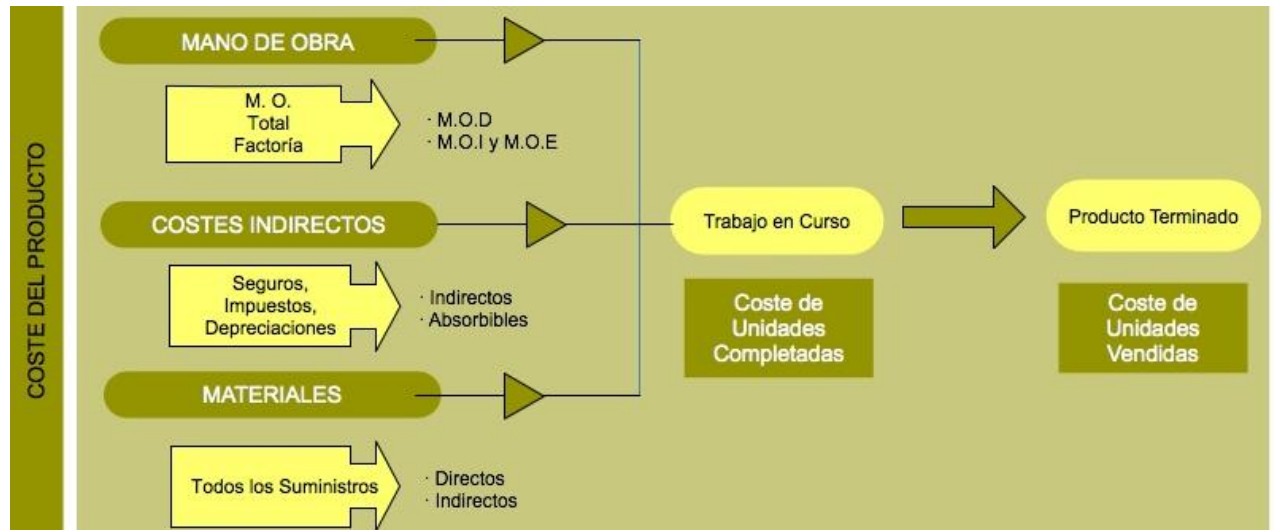


Ilustración 4.- Esquema de costes en el sistema de órdenes de fabricación

En general, para todos los sistemas de control de costes y no sólo para este, para la asignación de los costes de materia prima a los productos en uso es necesario definir el criterio contable a aplicar por la dirección/gerencia de la empresa: FIFO (First In First Out), LIFO (Last In First Out),...

LIFO permite el uso de los precios más actuales de material, reflejando con mayor fidelidad el coste de reemplazo de los productos, aunque es un sistema más costoso de mantener. La decisión que se tome a este respecto afecta a impuestos, estados financieros, toma de decisión interna y control.

La figura inferior ilustra las diferencias relativas al control de costes entre la utilización de uno y otro sistema.

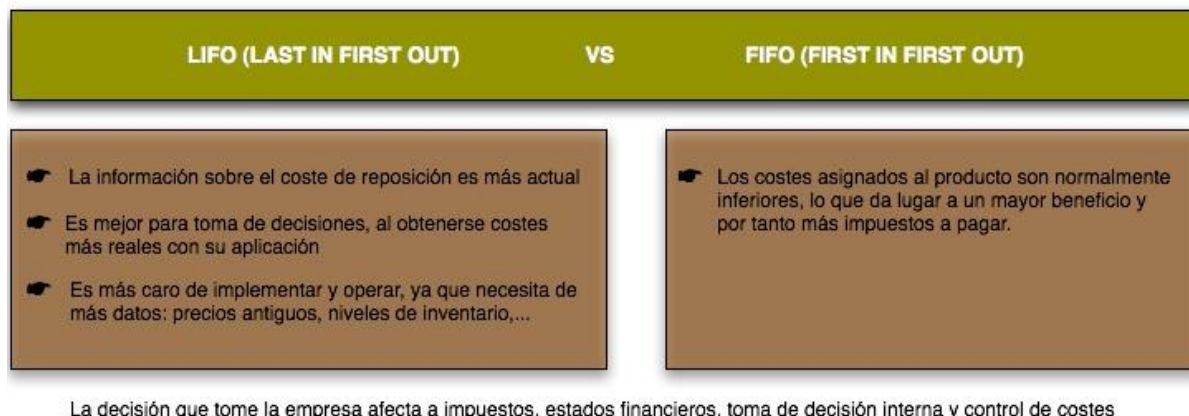


Ilustración 5.- LIFO vs FIFO

La mayoría de las empresas emplea una tasa de indirectos estimada a principios de año, no una real. Si se quisiese hacer un reparto real habría que esperar al final del año para poder determinar la tasa real una vez se conoce el coste total asignado a indirectos y las horas totales realizadas tanto de m.o.d. como de máquinas.

Esta tasa presupuestada de costes indirectos se calcula del siguiente modo:

$$\frac{\text{"costes indirectos anuales presupuestados"}}{\text{cantidad anual presupuestada de la base de reparto definida para esos costes"}}$$

Ecuación 1.- Tasa de costes indirectos

El cálculo de los indirectos anuales al comienzo de año para su prorrateo sobre la actividad de la fábrica lleva a una bolsa de sobre o de baja absorción de indirectos a final de año, que hay que decidir como tratar. En este punto se aplica el concepto de presupuesto flexible y se aplica a las tasas de indirectos calculadas.

Al final del periodo, conocidos los costes indirectos reales, se procede al ajuste, existiendo tres opciones posibles:

- Ajuste de la base de reparto. En este caso se rehacen los asientos de los costes indirectos con la tasa real.

- Prorratio. En este caso se distribuyen los costes indirectos subasignados o sobreasignados entre la producción en proceso, los productos terminados y el coste de la mercancía vendida.
- Cancelación contra el coste de la mercancía vendida.

Así en el caso particular de que los costes indirectos sean inferiores a los presupuestados a principio de año, bien porque su valor total es inferior o porque se ha superado el volumen de unidades de imputación presupuestadas, las opciones son:

- Se recalcula el coste de cada trabajo utilizando los indirectos reales y el volumen de inputs real para fijar una tasa revisada al final del año (ajuste de la base de reparto);
- Se prorrata entre el trabajo en curso, trabajo terminado y coste de productos vendidos de acuerdo con el volumen de indirectos repercutido a cada categoría;
- Se deduce de los costes de los productos vendidos (menos coste, cancelación contra el coste de la mercancía vendida).

Las dos primeras opciones (recálculo y prorratio) producen resultados similares en cuanto a beneficio neto y valoración de inventario, pero el recálculo es mucho más caro por implicar un mayor procesamiento de datos contables. No obstante, es el método elegido cuando los ingresos de la fábrica están relacionados y dependen de los costes.

Es muy importante, visto el ajuste a realizar al cierre del periodo contable, hacer una previsión lo más exacta posible del volumen de costes indirectos que se generarán. Esta presupuestación se efectúa en base a dos variables estimadas:

- volumen esperado para el próximo año (volumen esperado);
- volumen esperado a largo plazo (volumen normal) tanto para tiempos buenos como para malos.

Es importante analizar correctamente las variaciones en los costes introducidos por la tasa de indirectos, ya que normalmente el aumento de las tasas, manteniendo fijos los costes indirectos, es debido a una caída del volumen.

Las variaciones en el volumen no deben imputarse a costes del producto, sino ir directamente a beneficio o pérdida, ya que el coste del producto no varía intrínsecamente.

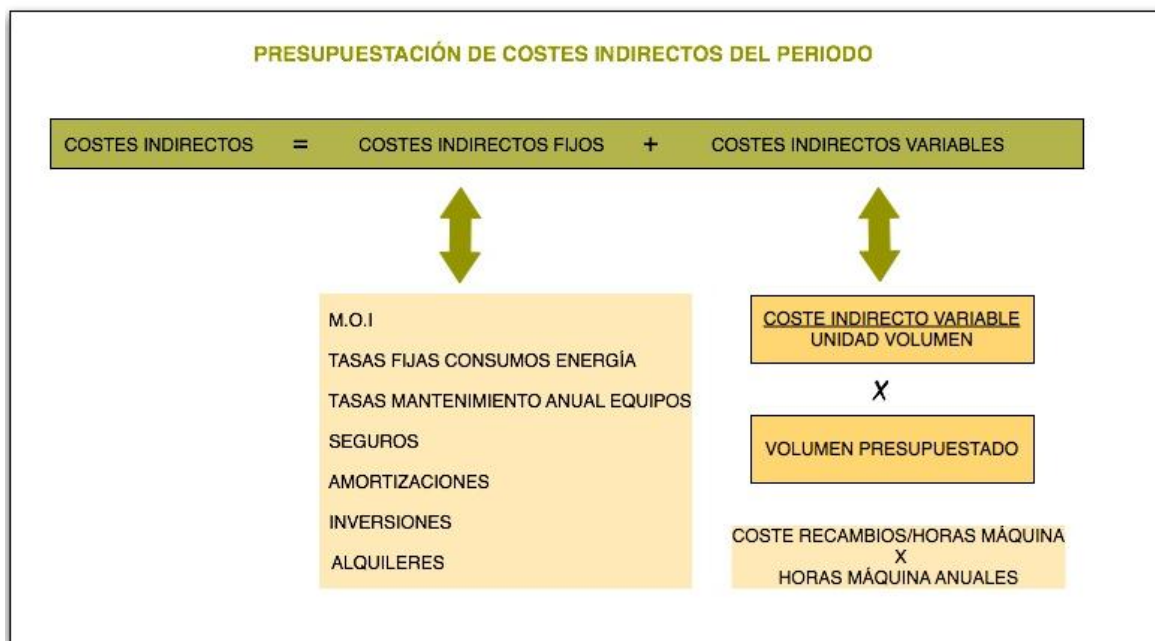


Ilustración 6.- Presupuestación de costes indirectos

Las bases del reparto de coste o factores de reparto más habituales son:

- m.o.d.;
- EUR directos (costes directos asignados);
- horas de máquina;
- número de partes diferentes o sub-ensamblajes en el producto terminado;
- tiempo en la máquina;
- materiales directos (unidades o coste);
- unidades de producción.

Existen otros posibles factores de reparto, pero en el astillero rara vez encontraremos alguno que difiera de los arriba descritos.

Cabe una pregunta sobre el reparto de costes indirectos: ¿tiene sentido que siendo los indirectos mayores que cualquiera de los volúmenes de actividad asociados a cada uno

de los ítems anteriores empleados como factores de reparto se utilicen no obstante éstos en el reparto de costes?

Quizás ese sea el caso en el que más necesaria es la utilización de un sistema que reparta o asigne los costes indirectos a los productos, a fin de determinar la contribución de cada uno de los productos fabricados a la generación de costes y poder fijar su precio de venta de manera correcta.

El factor de reparto de los costes indirectos al producto es la variable aplicada que más relación tiene con los indirectos. La tasa de indirectos proporciona una estimación del coste de oportunidad de utilizar una unidad adicional de la base de reparto o factor de reparto.

La tasa de indirectos puede ser única o múltiple. Del mismo modo que podemos emplear uno o varios factores de reparto, podemos tener una o varias tasas de indirectos, hablando así de sistema de tasa única o de sistema de múltiples tasas, respectivamente.

El sistema de múltiples tasas es más complicado de gestionar al tener que tratar cada componente indirecto por separado buscando el factor que provoca el aumento/disminución de su coste con la finalidad de obtener la tasa de reparto.



Ilustración 7.- Coste de los bienes vendidos

Los puntos importantes a tener en cuenta en la aplicación del sistema de control por órdenes de fabricación son los siguientes:

- La tasa de indirectos es igual al presupuesto anual de indirectos dividido por el volumen previsto de actividad. No tiene en cuenta la posible estacionalidad que sufra la producción.
- El volumen de actividad se mide con un recurso u objeto de coste productivo, bien m.o.d. o número de horas de máquina.
- El volumen de actividad elegido es normalmente el que tiene mayor relación con el coste indirecto.
- La elección de la variable a emplear en la medición del volumen de indirectos es crítica, ya que es el factor tasado del cual los gerentes intentarán reducir su uso.

Las fases del proceso de control de costes por órdenes de fabricación o pedido son las siguientes:

- a) identificación de los costes directos:
 - i. materiales directos
 - ii. mano de obra directa
- b) selección de las bases de asignación de coste que se emplearán para asignar los costes indirectos al trabajo;
- c) identificación de los costes indirectos relacionados con cada base de asignación de coste;
- d) cálculo de la tasa unitaria de cada base de asignación de coste con la que se asignan los costes indirectos al trabajo;
- e) cálculo de los costes indirectos asignados al trabajo o pedido;
- f) cálculo del coste total del trabajo o pedido al sumar todos los costes directos e indirectos.

Existe una 3ª alternativa del sistema de control de costes por órdenes de fabricación en la que los costes indirectos se distribuyen por departamento de la fábrica, de modo que los indirectos se reparten primeramente sobre los departamentos y a continuación sobre los productos, en base a una unidad de reparto directamente relacionada con la tasa principal de ese departamento (alternativa en línea con la teoría eurocontinental y su empleo de los centros de actividad).

Pongamos un ejemplo: En el departamento de corte de un astillero se generan una serie de costes indirectos:

- mano de obra indirecta (responsable de la sección de corte, personal de logística en manejo de material);
- mantenimiento (mano de obra y materiales);
- consumibles (boquillas de corte, energía, agua,...).

El primer paso es la asignación de costes al departamento. Algunos, se relacionan directamente (personal indirecto asignado a la sección), otros, deben asignarse en base a un factor de reparto (consumo de energía, por ejemplo).

El segundo paso es la asignación de los costes del departamento a los productos. Esta segunda fase es más compleja. Para la asignación de estos costes al producto, podemos optar por el sistema simple o por el sistema múltiple.

Si optamos por el sistema sencillo, efectuaremos el reparto de costes al producto en base a un único factor de reparto, toneladas de acero neto o TAN, por ejemplo, con una única tasa de indirectos.

Si optamos por el sistema múltiple, efectuaremos el reparto empleando el factor de reparto que de manera más eficiente realice el reparto de cada coste a los productos. Así:

- la mano de obra indirecta logística se repartirá en función de la relación número de chapas/número de posiciones cortadas en la sección de corte de cada uno de los proyectos en curso, siendo este el factor de reparto óptimo (el tiempo de manipulación por chapa es igual con independencia de su espesor, por lo que emplear como factor de reparto las TAN no daría lugar a un reparto de costes entre los proyectos real);
- los costes de mantenimiento se repartirán en función de las horas de máquina asignadas a cada proyecto por los operadores de cada una de las máquinas de corte;
- los costes de consumibles se repartirán en función de las horas de máquina asignadas a cada proyecto por los operadores de cada una de las máquinas de corte, empleando así el mismo factor de reparto que para los costes de mantenimiento.

COSTES INDIRECTOS	FACTOR REPARTO	
	SISTEMA SENCILLO	SISTEMA MÚLTIPLE
M.O.I.	TAN cortadas	Nº chapas/Nº posiciones cortadas
Mantenimiento		Horas máquina
Consumibles		Horas máquina

Tabla 3.- Factores de reparto sistema órdenes de fabricación: tasa única vs tasa múltiple

Cada grupo de indirectos a repartir lleva asociada una tasa de indirectos diferente, aun cuando el factor de reparto pueda ser común a algunos grupos de indirectos (Mantenimiento y consumibles, por ejemplo) . Como se puede observar a partir del ejemplo anterior, el sistema de múltiple tasa tiene mayor dificultad de implementación, y es más costoso de mantener, pero presenta no obstante la ventaja de ser más preciso que el sencillo.

- **Sistema de costes por departamentos o procesos**

El sistema de costes por proceso se emplea en empresas caracterizadas porque sus productos se obtienen en masa tras pasar por una serie de etapas u operaciones que coinciden con centros de costes y que constituyen diferentes procesos.

Así como en los sistemas de costes por órdenes de fabricación o *job order* los costes indirectos se reparten a las tareas u órdenes de trabajo, en el sistema por procesos, todos los costes se reparten al producto.

Se trata de un caso extremo de sistema *job order*, en el que sólo hay una orden de fabricación, y es aplicable a sistemas de producción continuos o de flujo, tales como refinerías. En estos sistemas no existen trabajos diferentes, sino un proceso de fabricación continuo, de manera que los costes se asignan a idénticos productos que siguen una serie de procesos de fabricación en flujo continuo. Los procesos están organizados como centros de coste, y los costes totales de fabricación se reparten a las unidades en proceso y a las que se encuentran en el inventario de unidades producidas.

Cada uno de estos centros de coste genera productos repetitivos, y por ello, no existe un interés especial en conocer qué ha costado exactamente el proceso de un determinado producto, sino que el interés se centra en calcular el promedio de coste de la producción en un determinado centro.

El sistema se basa en el concepto de unidades equivalentes, y así, a la hora de repartir los costes generados en el proceso productivo, establece equivalencias para determinar el número de unidades sobre las que aplicar los costes.

En el caso de productos terminados es claro el número de unidades, en el de productos en curso es más complejo, al emplear el concepto de unidad equivalente. Así, por ejemplo, en un flujo de producción compuesto por tres procesos, podemos decir que cada 6 unidades que se encuentren en el primer proceso, equivalen a una unidad terminada, cada 4 unidades que se encuentren en el segundo proceso equivalen a una unidad terminada, y que cada 2 unidades en el último proceso equivalen a una unidad terminada. De este modo se estima el número de unidades totales existentes sobre las que repercutir los costes generados en cada proceso, tanto directos como indirectos, y se establece un coste unitario por unidad equivalente.

Este sistema se emplea por ejemplo en fábricas de fustes de aerogeneradores, que fabrican los fustes divididos en varios tramos (cada tramo de dimensiones diferentes en cuanto a largo, diámetro y espesor). Como los tramos a fabricar son diferentes tanto dentro de un mismo fuste como entre fustes pertenecientes a distintos proyectos, pero el proceso de fabricación es siempre el mismo, en la fábrica se controla la producción en curso en base a tramos equivalentes.

- **Sistema de coste variable o *direct costing***

En este sistema de control de costes, el coste del producto sólo contiene costes variables. En el caso de los costes indirectos, este sistema no repercute los costes indirectos fijos, sino que los lleva contra beneficios del año en curso, siendo los únicos costes indirectos aplicados al producto los variables.

La ventaja es que elimina las distorsiones que pueden tener tanto los ingresos como los costes del producto cuando el volumen cambia.

Adicionalmente, mientras el sistema de absorción de costes reparte los costes indirectos entre todas las unidades productivas, como costes del producto, el sistema de costes variables reparte los costes indirectos entre las unidades vendidas, pero sin prorratear.

Esta diferencia en la determinación de los costes provoca que cuando fabricación y ventas no sean iguales, los ingresos sean mayores con la aplicación del sistema de absorción de costes, ya que parte de los costes indirectos fijos terminan en el inventario, mientras que con el sistema de costes variables todos los costes indirectos fijos se aplican a los productos vendidos.

A la hora de clasificar los costes indirectos, cuantos menos se clasifiquen como fijos, mayores serán los ingresos, ya el beneficio se verá reducido por un pequeño porcentaje de los costes indirectos llevados a resultados. Por el contrario, cuanto mayor sea el volumen de costes indirectos clasificados como fijos, frente a los variables, mayor será el volumen de costes indirectos aplicados al resultado del ejercicio y menores los ingresos netos.

La diferencia entre el sistema anglosajón y el eurocontinental radica en el uso de los centros de actividad como instrumentos para el reparto de los costes indirectos variables al producto base de la doctrina eurocontinental.

- **Sistema de coste estándar**

Los costes estándar representan los costes esperados o deseados de un producto, proceso o subcomponente. Una vez que se han fijado los estándares, los responsables pueden medir el desempeño comparando los resultados reales con los estándar. La diferencia entre los costes reales y los estándar se denomina varianza de costes.

El coste estándar de un objeto/servicio, es el coste estimado/esperado que es razonablemente requerido para alcanzar un objetivo determinado y bajo condiciones específicas.

En la planificación operativa anual o de gestión que afecta a todas las partes de una empresa, la confección de presupuestos y su control tienen un papel fundamental. Los presupuestos son previsiones cuantitativas sobre el futuro a corto plazo de la empresa. La confección de presupuestos no sólo ayuda a la previsión del futuro, sino que también

sirve para controlar y evaluar la gestión de todas las partes de la empresa y para tomar medidas correctoras pertinentes que permitan mejorar los resultados de gestión.

Los objetivos de este sistema presupuestario son:

- Coordinar los objetivos y los medios generales con los objetivos y los medios específicos de cada departamento de la empresa.
- Informar de la marcha de la empresa a nivel global y a nivel de cada una de sus unidades.
- Controlar el nivel de consecución de los objetivos a nivel global y a nivel de cada una de sus unidades.
- Incentivar a los distintos colaboradores de la empresa.
- Tomar las medidas correctoras necesarias para optimizar los resultados de la gestión.

Al formular los presupuestos se utilizan los costes estándar, que son calculados a priori y que se obtienen a partir de:

- Estándares técnicos, que son los consumos previstos para cada recurso o generador de coste para obtener una unidad de producto. El estándar técnico se mide en unidades físicas por unidad de producto.
- Estándar económico, que es el precio previsto en unidades monetarias por unidad de recurso o generador de coste.

El coste de una unidad de producto vendrá dado por las correspondientes multiplicaciones de estándares técnicos por estándares económicos.

Con la aplicación de este sistema de costes, el jefe de proyecto con el equipo de proyecto, que serán responsables de mantener el presupuesto, debe entregar una estimación inicial de los costes previstos del proyecto, que algunas veces es igual a la estándar.

En todos los casos, establecer y revisar estándares emplea el conocimiento especializado de varios individuos en la empresa. El coste estándar de cada elemento es estimado y el coste estándar del producto completo se compone de la suma de los costes estándar individuales.

Los costes objetivo fijados por el jefe de proyecto y su equipo forman parte del sistema de evaluación de desempeño. El sistema de costes objetivo focalizará la atención de los gestores en el control de costes durante la fase crítica de diseño, que es cuando son más controlables.

A partir de aquí, se estudian las posibles desviaciones:

- La varianza de m.o.d., que se define como la suma de la varianza de salario y la variación de la eficiencia;
- La varianza de materiales, variación de precio más variación de cantidad de materiales empleados;
- Varianza de volumen;
- Varianza de costes indirectos/ tasa de costes indirectos.

En la definición del presupuesto total y global de la empresa, se pueden dar dos casuísticas:

- Consideración del presupuesto como rígido o fijo, de modo que aunque el presupuesto se realiza para un determinado volumen de actividad no se realiza ningún ajuste cuando la actividad real difiere de la prevista en el presupuesto.
- Consideración del presupuesto como flexible, de modo que el rango de actividad determina el comportamiento de los costes tanto fijos como variables que se ajustan en función de éste.

Adicionalmente, según la consideración que tengan los costes incurridos en ejercicios anteriores, se definen dos nuevas casuísticas:

- Presupuesto incremental, aquel en el que se dan por aceptables los costes del año anterior y la única dificultad está en determinar cual es el porcentaje anual de incremento de los mismos.
- Presupuesto en base cero, aquel que persigue el despilfarro cero. Los costes previstos se calculan de cero en base a los recursos que la empresa necesita para alcanzar sus objetivos de la forma más eficiente posible. De este modo:
 - Se reducen los costes al intentar mejorar la eficiencia,

- Se reasignan de manera más justa los costes, en función de las necesidades de cada centro de coste.

Las ventajas de este sistema son las siguientes:

- Control de la producción en base a la confrontación de datos reales con datos predeterminados,
- Establecimiento de políticas de precios, al poder determinar los costes de manera previa al comienzo de fabricación,
- Ayuda en la preparación de presupuestos.

Se distinguen tres subsistemas dentro del sistema de costes estándar^{ix}:

- Estándares normales, donde la predeterminación de los costes se basa en las condiciones normales más factibles de una empresa,
- Estándares ideales, donde la predeterminación de los costes tiene en cuenta el rendimiento máximo de la empresa,
- Estándares a corto plazo, donde la predeterminación de los costes tiene en cuenta las condiciones normales de la empresa y la situación socioeconómica de la región en la que está ubicada, revisándolos cada vez que así lo requieran las condiciones reales de producción.
- **Sistema de coste ABC o *activity based costing***

El sistema ABC, o *Activity Based Costing*, es un caso particular del sistema de absorción de costes, que proporciona información más precisa del coste de los productos, al distribuir los costes indirectos a las actividades, y no al producto en sí mismo. Las actividades describen lo que se hace en la empresa, en qué se invierten el tiempo y los recursos, y están encaminadas a la obtención directa de un producto o a ayudar a su obtención. Este sistema apareció a mediados de 1980, siendo sus promotores Robin Cooper y Robert Kaplan.

La premisa sobre la que se basa el funcionamiento del sistema es que las actividades consumen recursos y los productos y otros objetos de coste consumen actividades. De ahí que primero los costes se relacionan con las actividades, y posteriormente éstas se relacionan con los productos y otros objetos de coste.

El sistema de absorción de costes está diseñado para proporcionar datos para informes financieros externos. En contraste, el sistema ABC está diseñado para usarse en la toma interna de decisiones, pues se focaliza en el conocimiento del origen de los costes para conseguir el máximo beneficio posible de ellos mediante la eliminación o minimización de aquellos costes que no añaden valor.

En la aplicación de este sistema de costes se analizan las múltiples actividades, observando la manera de actuar de quienes auténticamente causan o provocan esos costes en los centros, averiguando cual es el coste que se origina en cada centro por cada una de las actividades en él realizadas y repartiendo el coste global del centro a los productos mediante la distribución de los costes de cada actividad entre los productos que hayan hecho uso de ellas.

Una actividad es un conjunto de tareas generadoras de coste y orientadas a la obtención de un producto para elevar el valor añadido de la organización. Las actividades se realizan para satisfacer las necesidades de los clientes, pudiendo ser éstos clientes internos o clientes externos.

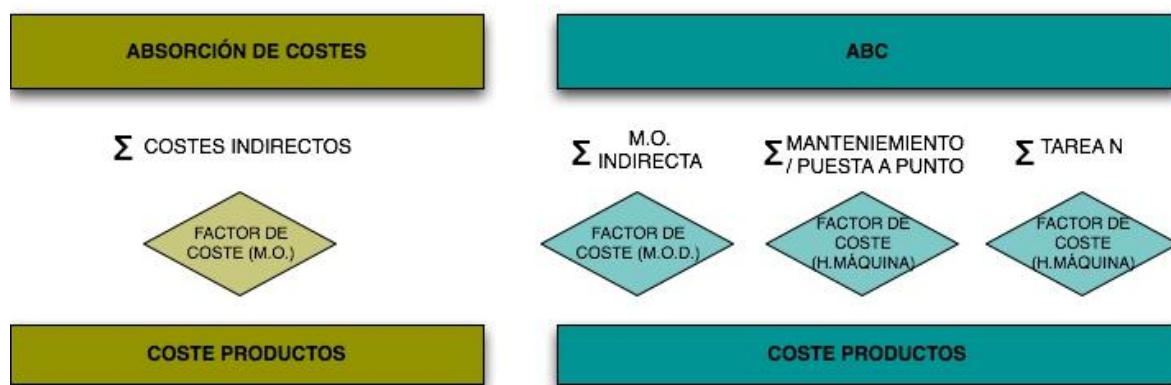


Ilustración 8.- Sistema absorción de costes vs sistema ABC

Controlar costes requiere identificar y dirigir los factores clave que generan costes, no el establecer procedimientos de reparto de costes indirectos. Para llevar a cabo este control, el sistema ABC proporciona información a los gestores para gestionar los generadores de coste.

Actividad en el sistema ABC se define como una tarea repetitiva desarrollada por cada grupo especializado o centro de actividad dentro de la fábrica (por ejemplo: centro de corte de chapa, centro de corte de perfiles, centro de armado de paneles,...). Las actividades se clasifican en primarias y secundarias:

- Primarias, aquellas que actúan sobre el objeto de coste final (el producto o el cliente)
- Secundarias, aquellas que actúan sobre objetos de coste intermedios (actividades primarias, materias primas,...)

Los centros de actividad son los centros de coste en este sistema. Los costes se asignan como hemos comentado al comienzo de este apartado a las actividades del primer paso del proceso, y luego estos costes de los centros de actividad son directamente asignados o distribuidos a los productos.

La asignación de costes a las actividades persigue determinar el coste de realizar una actividad. Este coste se calcula como la suma del coste de los recursos empleados por la actividad.

Supongamos un centro de coste constituido por un taller de corte de chapa. La actividad que en él se desarrolla es el corte de la chapa, y consume 5 recursos principales:

- Recurso máquina de corte,
- Recurso consumos energéticos (electricidad, gases,...),
- Recurso mano de obra directa (m.o.d.),
- Recurso materia prima (chapa),
- Recurso mano de obra indirecta (m.o.i.).

Si tomamos por ejemplo el recurso de m.o.i., su asignación al centro de coste se realizaría en los siguientes pasos:

- Definición de la cantidad total de m.o.i. consumida en el centro de coste
- Definición del % de m.o.i. consumida en el centro de coste que se ha empleado en la actividad de corte de chapa:
 - Si el 100 %, se aplica en su totalidad al centro de coste

- Si $< 100 \%$, se aplica sólo la cantidad resultante de aplicar el generador de coste del recurso que mide el consumo de m.o.i. en la actividad de corte

En el sistema ABC, los costes generados en los departamentos /centros de actividad se pueden clasificar en cuatro categorías:

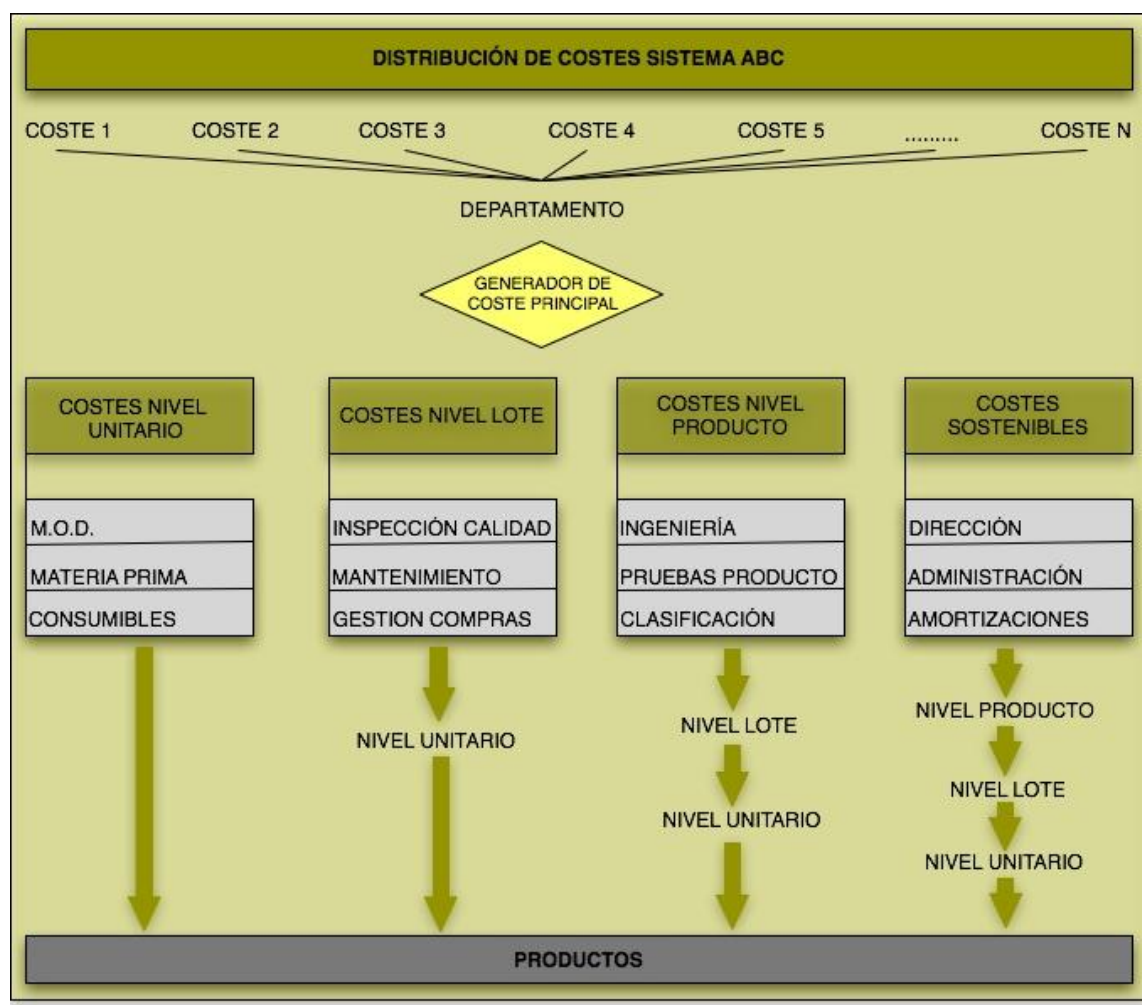


Ilustración 9.- Asignación de costes a los productos en el sistema ABC

- Nivel unitario: integrado por aquellos recursos que se consumen en relación a las unidades producidas, y así se repercuten al centro de coste. Los costes de nivel unitario se generan cada vez que la actividad realizada en el centro de coste produce una unidad.

- Nivel lote: integrado por aquellos recursos que se consumen de manera periódica en el centro de coste, siendo determinada la periodicidad por el tamaño de un lote.
- Nivel producto: integrado por aquellos recursos que se consumen por el centro de coste en la producción del producto final.
- Sostenibles: integrado por aquellos recursos compartidos por todos los productos producidos y necesarios para el funcionamiento del astillero (seguridad del astillero, O+RH, servicios médicos,...).

ABC trata por tanto de identificar los factores que relacionan los costes con las actividades y luego usa estos mismos factores para la distribución de los costes al producto. Las actividades se miden contablemente gracias a los llamados inductores de coste, que son las variables causantes de los costes o responsables de sus variaciones. Se distinguen 4 etapas en el proceso de asignación:

Etapas 1:

- Los costes directos se asignan al producto;
- Los costes indirectos se reparten por centros de coste que a su vez se dividen en actividades.

Etapas 2:

- Los costes indirectos agrupados en actividades se reagrupan según las actividades sean principales o auxiliares.

Etapas 3:

- Los costes indirectos asignados a actividades auxiliares se reasignan a actividades principales.

Etapas 4:

- Los costes indirectos asignados a actividades principales se asignan a los productos.

La asignación de costes con el sistema ABC de acuerdo al esquema anterior, puede realizarse de dos formas alternativas:

- La asignación de costes se inicia con la localización de los costes en las secciones o centros de coste correspondientes. Estos costes se reparten entre las actividades realizadas en cada sección para luego asignarse a los productos u otros objetos de coste (etapas 1ª a 4ª).
- La asignación de costes se realiza sin pasar por las secciones, imputando los costes indirectos a las actividades a través de los denominados agrupadores de costes. Éstos se relacionan directamente con las actividades y se utilizan para identificar los costes indirectos y relacionarlos con los productos u objetos de coste (etapas 2ª a 4ª).

El sistema de costes ABC a implantar en un astillero es un sistema de implantación costosa, en tanto necesita de un estudio detallado previo de la organización productiva, pero presenta varias ventajas:

- es aplicable a todo tipo de organizaciones;
- aumento del porcentaje de coste del producto directamente aplicable a productos individuales;
- explica como los costes se consumen por los productos, las actividades requeridas para producirlos, los costes directos e indirectos de los centros de actividad y como los costes indirectos son generados por los generadores de coste, es decir, permite relacionar los costes con sus causas;
- se focaliza en el control de costes a nivel actividad y diseño de producto (a diferencia del sistema de reparto de costes, que cuando basa el reparto en horas de m.o.d. fuerza a los gestores a intentar reducir la m.o.d. en los productos);
- proporciona por todo lo anterior más información sobre el coste de las actividades, permitiendo identificar las que aportan valor añadido y las que no;
- permite un desarrollo de costes más preciso, pero para que el sistema funcione adecuadamente, los gestores deben tener derechos de decisión para poder alterar los niveles de los generadores de coste y debe haber un sistema de evaluación del desempeño que les incentive a minimizar el coste.

El sistema ABC proporciona así datos del coste del producto más precisos para toma de decisiones, identificando actividades u objetivos de coste no rentables.

Pero es necesario mencionar también sus inconvenientes:

- puede complicarse con el número de actividades,
- cuantos más generadores de coste se empleen, habrá mayor precisión y adicionalmente un mayor coste del sistema de control de costes. Un sistema ABC complejo puede ser inviable en algunas organizaciones debido a la gran cantidad de datos a recoger de manera efectiva y a procesar;
- algunos costes son de difícil imputación a las actividades (como los indirectos de administración, comercialización y dirección);
- tiende a descartar lo adecuado del sistema de costes vigente.

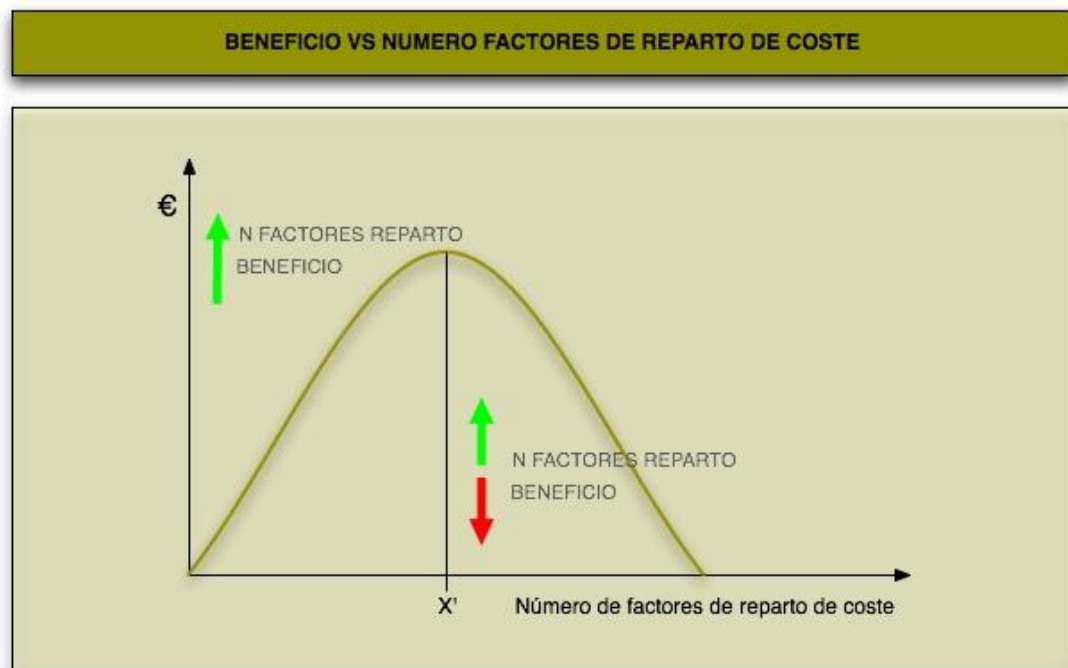


Ilustración 10.- Beneficio vs número de factores de reparto empleados

En la gráfica superior puede observarse como llega un punto en el que el aumento de generadores de coste / costes a controlar reduce el beneficio. Del mismo modo cuantos más generadores de coste se empleen más se descende en la cantidad de responsables

cuyo trabajo se mide por el sistema de control de costes. Cuanto más responsables menos habilidad del sistema para reflejar su comportamiento.

No sólo el coste de implementar el sistema de control de costes ABC es alto, sino que también y de manera especial lo es su mantenimiento. ¿Cuáles son no obstante las razones que justifican su implementación? La razón es básicamente una: el sistema ABC permite obtener con mayor fiabilidad el coste real de los productos.

- los productos de gran volumen de fabricación tienen costes ABC menores que los que emplean el sistema de absorción;
- los productos de bajo volumen productivo tienden a tener mayor coste unitario por ABC que por absorción.

La razón de esta diferencia es que los sistemas de absorción tradicionales tienden a asignar más costes a trabajos de gran volumen de unidades en relación a los de bajo volumen, especialmente cuando los indirectos contienen una alta fracción de costes que no varía con el número de unidades producidas, pero sí con los lotes de fabricación y líneas de producto.

El diseño del sistema de costes ABC se realiza en tres fases principales:

- 1º.- identificación de los centros de actividad,
- 2º.- estudio e imputación de costes a cada centro,
- 3º.- definición de generadores de coste para cada centro.

En la tabla de la página siguiente encontramos de manera resumida las características de los sistemas de control de costes anglosajones estudiados:

Coste de Absorción	<p>Modalidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Por órdenes de fabricación o por producto. El cliente especifica las características del producto y la producción es intermitente. - Por departamentos o procesos. La empresa decide las características del producto y la producción es en serie. - Híbrido o por proyectos/operaciones. Una combinación de los dos anteriores.
	<p>Reclasificación de las cargas por naturaleza recibidas de la Contabilidad General en Materias primas, Mano de obra directa y Gastos generales de fabricación, de Administración, Financieros y de Ventas.</p> <p>El coste final de los productos o servicios comprende sólo los costes de fabricación. El resto van a resultados.</p>
Direct Costing o Coste Variable	<p>Descrito en la doctrina europea, es de origen estadounidense y presenta características y desarrollos similares en ambas escuelas.</p>
Coste Estándar	<p>Tanto en el modelo del coste de absorción como en el del coste variable pueden plantearse en términos previsibles o estándar para poder ser comparados con los datos reales.</p>
Coste Basado en las Actividades (ABC)	<p>El ABC se desarrolla a partir de los métodos de costes de absorción por departamentos/órdenes de fabricación y direct costing.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reclasificación de las cargas por naturaleza en costes directos e indirectos al producto. - Con los costes indirectos se calcula el coste de las actividades realizadas por la empresa. - El coste final de los productos comprende el coste de las actividades consumidas por cada producto, más los costes directos del mismo. - Los costes que no son de las actividades del producto ni directos al mismo, no forman parte del coste del producto, y se llevan globalmente a resultados.

Tabla 4.- Modelos de costes en la doctrina anglosajona

SISTEMAS EUROPEOS O EUROCONTINENTALES:

Los sistemas de costes de esta doctrina son:

- **Sistema de coste completo**

El sistema de costes completos considera todas las cargas incorporables, tanto directas como indirectas como integrantes del coste del producto. Los costes se clasifican en directos e indirectos, y éstos últimos se asignan al coste final a través de algún mecanismo contable de reparto basado en centros de actividad.

Es un sistema equivalente al sistema de control de costes de absorción de la teoría anglosajona, con la diferencia de que la doctrina eurocontinental emplea la división de la empresa en centros de actividad para el reparto de los costes a los productos, lo cual no sucede en la doctrina anglosajona.

Al incorporar todos los costes relacionados con el producto, este sistema ofrece información más completa sobre los costes de fabricación, al tiempo que resulta un sistema de control más caro, al exigir la cuantificación y reparto de los costes indirectos a los productos.

El sistema de costes completos es aplicable a empresas que deseen conocer de forma más exacta la incidencia de los costes indirectos o costes comunes de la estructura general de la empresa en cada producto.

Los costes indirectos se reparten al producto a través de los denominados centros de actividad. Éstos, tienen por funciones:

- repartir al producto los costes indirectos (son por tanto instrumentos de reparto),
- recibir los costes directos, convirtiéndose así en centros de costes totales;
- enfrentar los costes totales a los ingresos mediante el empleo de los llamados precios de transferencia, convirtiéndose así en centros de beneficio;
- recibir la parte que les corresponde de las inversiones necesarias para su mantenimiento, convirtiéndose por tanto en centros de inversión.

- **Sistema de coste completo de imputación racional**

Este sistema de control de costes es una versión evolucionada del sistema de costes completos, en el que se imputan los costes variables al producto así como una parte de los costes fijos.

La imputación de costes fijos se realiza en función de la relación actividad real de la empresa versus su actividad normal, de manera que sólo se imputa a los productos la parte de costes fijos relativa a la actividad real, pasando a formar parte los restantes costes fijos del resultado del período y siendo considerados como pérdidas ocasionadas por subactividad.

En el sistema de control de costes completos, que aplica al producto sólo los costes variables, el coste medio del producto es un coste constante, al ser los costes variables constantes. En este caso particular, el coste medio del producto decrece con el número de unidades fabricadas, al repartirse los costes fijos considerados entre un mayor número de unidades.

- **Sistema de coste completo con diferencias de incorporación**

Este sistema es también una variante del sistema de coste completo, y está basado en el uso de cuentas de diferencias de incorporación. Cuando la actividad es superior o inferior a la actividad normal, la incorporación de los costes fijos al coste del producto se corrige en base al nivel real de actividad.

- **Sistema de costes variables.**

El sistema de costes variables tiene en cuenta los costes variables, ya sean directos o indirectos, es decir, aquellos relacionados con el producto y que varían con el volumen de producción. Los costes fijos se llevan directamente al resultado del periodo.

Al no incorporar todos los costes al producto, sino sólo los variables, se le denomina método de coste parcial o *direct costing*. El sistema de costes variables original, denominado simplificado, distingue entre costes fijos y costes variables permitiendo diferenciar y separar aquellos costes responsabilidad del centro de actividad o

departamento y que servirán para medir su eficiencia (los costes variables) de aquellos que no dependen de las decisiones del responsable del mismo (los costes fijos).

Este sistema nos permite conocer por una parte el margen que obtenemos al producto sobre el coste variable (ingresos – costes variables incurridos), y por otra, el margen que obtenemos sobre el coste completo (ingresos – total de costes).

En este sistema la valoración de inventarios se hace en base al coste variable de los productos en curso, semiterminados y terminados.

Tipo de coste		Imputación
Directo	Variable	Coste del producto
	Fijo	Periodo
Indirecto	Variable	Coste del producto
	Fijo	Periodo

Tabla 5.- Clasificación e imputación de cargas en el sistema de costes variables simplificado

- **Sistema de coste variable perfeccionado**

Este sistema es una versión del sistema de costes variables. En ella, además de los costes variables se imputan al producto los costes fijos directos, que sin depender del número de unidades producidas, son generados por la actividad fabril y por tanto, desaparecen en caso de desaparecer ésta.

Los costes fijos indirectos, necesarios para la actividad fabril (costes de estructura), se llevan al resultado del periodo, al considerar que no forman parte del coste del producto.

- **Sistema de coste estándar**

El sistema de control de costes estándar realiza una estimación previa a la fabricación del coste final del producto, en base a un rigurosa análisis del proceso productivo, y suponiendo un grado de eficiencia alto en el mismo.

Es un sistema destinado principalmente al control, ya que recoge los datos reales a medida que se avanza en el proceso productivo y los compara con los datos estimados o estándar, a fin de determinar la eficiencia realmente obtenida.

- **Sistema de coste directo**

El sistema de costes directo divide las cargas según sean directamente trazables al producto o no, y sólo toma en consideración a la hora de determinar los costes de fabricación los costes directos o semidirectos.

Existe una versión del sistema de coste directo denominada sistema de costes directos evolucionado. En este sistema de control de costes se imputan al producto los costes directos más la parte variable de los costes indirectos.

La tabla de la página siguiente nos muestra un resumen de los sistemas de control de costes definidos en este apartado:

Coste Completo	<p>Modalidades. Aunque se comienza distinguiendo entre</p> <ul style="list-style-type: none"> - centros de actividad - generadores de coste <p>estas dos modalidades se funden y actualmente se habla de coste completo por centros de actividad.</p>
	<p>Reclasificación de las cargas por naturaleza recibidas de la Contabilidad General en costes directos e indirectos.</p> <p>El coste final de los productos o servicios comprende todos los costes de la explotación corriente, tanto los directos como los indirectos.</p>
Coste Variable	<p>Reclasificación de las cargas por naturaleza recibidas de la Contabilidad General en costes fijos y costes variables.</p> <p>El coste final de los productos o servicios comprende únicamente los costes variables. Los costes fijos no forman parte del coste del producto, por lo que se llevan globalmente al resultado del período.</p>
Coste Estándar	<p>Tanto en el modelo del coste completo como en el del coste variable, podemos calcular a priori los costes esperados, previstos o estándar, y compararlos con los que se produzcan realmente (históricos).</p>
Coste Completo de Imputación Racional	<p>El coste final incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> - los costes variables directos e indirectos en función de su utilización efectiva - los costes fijos según el porcentaje de producción real, sobre el volumen normal de explotación
Coste Completo con Diferencias de Incorporación	<p>En situaciones de actividad anormal, por exceso o por defecto, se corrige la incorporación de los costes fijos a través de unas cuentas de diferencias por nivel de actividad.</p>
Coste Variable Perfeccionado	<p>El coste final incluye los costes variables directos e indirectos y los costes fijos propios o directos.</p> <p>Los costes fijos comunes no forman parte del coste del producto, por lo que se llevan globalmente al resultado del período.</p>
Coste Directo	<p>Reclasifica las cargas en directas, semidirectas e indirectas.</p> <p>Al coste del producto van las cargas directas y las semidirectas, es decir, aquellas para las que existe una buena correlación entre el valor a repartir y el factor de reparto. Las cargas indirectas van al resultado del período.</p>

Tabla 6.- Modelos de costes en la doctrina eurocontinental^x

P1.2.5.- INTERRELACIONES DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COSTES

Un apartado importante y estrechamente relacionado con el control de costes es la planificación.

La planificación y el control de costes son inseparables en la gestión de la empresa. Aunque en esta tesis sólo nos ocuparemos de los sistemas de control de costes aplicables a los astilleros con la finalidad de diseñar un sistema de control optimizado para un astillero tipo, es conveniente dedicar algunas líneas a la planificación.

La planificación estratégica determina las metas a largo plazo y las estrategias para alcanzarlas. El control de gestión guía hacia la consecución de los objetivos trazados, y esta consecución se manifiesta en el cumplimiento del presupuesto. A través del control de las tareas o control de ejecución se evalúa la puesta en práctica de las decisiones tomadas y se ponen de manifiesto las desviaciones que serán objeto de acciones correctoras a seguir.

La planificación va de la mano del control económico, por las importantes repercusiones que tiene en éste, en forma de avances de fabricación, penalizaciones por retraso en la entrega al cliente; aumento o disminución de costes según la ejecución del proyecto se realice en más o menos tiempo del previsto, respectivamente; variaciones en el flujo de caja del proyecto;... El incumplimiento de la planificación dará lugar en la mayoría de los casos a una desviación de costes (aumento de horas de m.o.d. o disminución de productividades, necesidad de horas extra, penalizaciones por retraso, extracostes derivados de acciones correctoras,...), aunque el incumplimiento de los objetivos de coste no necesariamente implica un incumplimiento de la planificación.

En la actualidad, lo normal es que ambas disciplinas recaigan en un mismo departamento, que agrupa las dos tareas, lo que da idea de la estrecha relación entre ambas, y es habitual que en proyectos de gran complejidad las empresas trabajen con software que relacione ambas disciplinas y permita al equipo directivo de la empresa conocer en todo momento el estado y la previsión no sólo de costes sino también de facturación, en función del avance de obra (Primavera, por ejemplo).

Dentro de los diferentes sistemas de control de costes también existen interrelaciones. Dudick las enunció en su libro “Dudick on manufacturing costs” según el siguiente esquema:

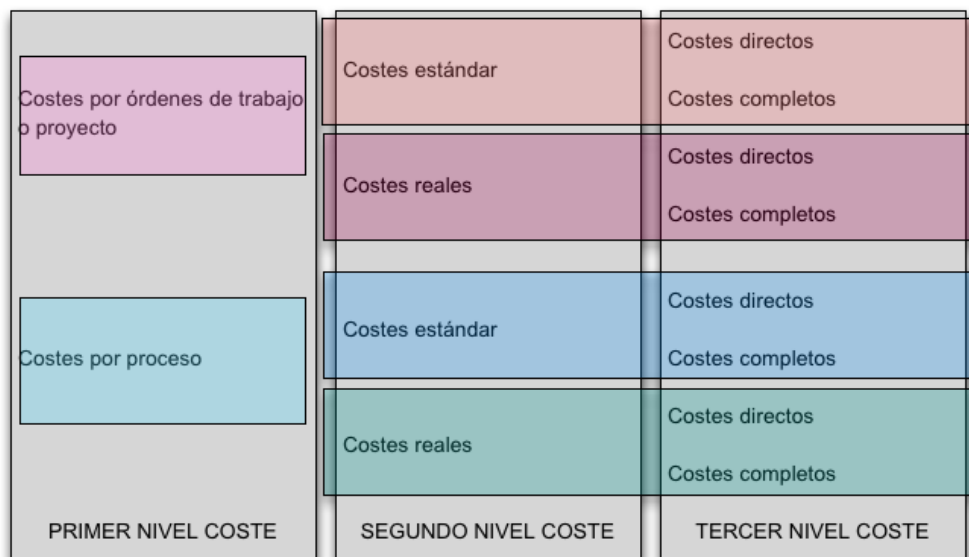


Ilustración 11.- Interrelaciones entre los sistemas de control de costes

De acuerdo con la figura anterior, distintos sistemas de control de costes son compatibles entre sí, incrementando su utilización simultánea el grado de control y precisión.

Un primer nivel de control quedaría definido por el sistema de absorción de costes a emplear, por proyecto o por proceso. Elegido el sistema base, el segundo nivel de control vendría dado por la aplicación de costes estándar y costes reales, como medio de seguimiento y control de costes (fijación de objetivos y seguimiento periódico de los mismos en base a la comparación entre los costes reales y los presupuestados como objetivos de coste). El tercer nivel nos permite obtener información relevante para la toma de decisiones, con la aplicación de costes directos o completos. De esta manera, obtenemos información del coste de producir cada unidad de producto (directos) o la diferencia entre costes de fabricación y beneficio (completos).

P1.3.- SISTEMAS DE CONTROL DE COSTES EN LOS ASTILLEROS ESTUDIADOS

Al objeto de realizar un estado del arte del control de costes en los astilleros españoles, se investigó el sistema de control de costes utilizados en varios astilleros peninsulares.

La investigación llevada a cabo, perseguía identificar:

- Estructura productiva de cada uno de los astilleros;
- Sistema de control de costes empleado en cada uno de los astilleros estudiados, si alguno, con la definición del proceso de control de costes:
 - Fijación de los objetivos de coste
 - Operativa de cada etapa de proceso
- Nivel de responsabilidad en la gestión de costes dentro de la cadena productiva, con la definición de los actores participantes en el proceso de control:
 - Distintos niveles de control de costes en la organización,
 - Papel de cada miembro del equipo en el control de costes,
 - Mecanismos del control de costes (reuniones, cuadros de mando, herramientas de gestión del presupuesto, despliegue de objetivos);
- Clasificación de los costes en cada astillero.

Los astilleros seleccionados fueron tres y la información recopilada corresponde a entrevistas realizadas a responsables de control y gestión de los mismos. Estas fueron realizadas tanto en persona como a través de e-mail y/o teléfono durante los años 2004 a 2006. Los nombres de los tres astilleros se omiten a petición expresa:

- Astillero 1: Astillero mediano especializado en construcción de buques civiles.
- Astillero 2: Astillero grande especializado en construcción de buques civiles.
- Astillero 3: Astillero mediano especializado en construcción de buques militares.



El análisis de sus sistemas productivos es relevante para esta tesis pues el sistema de control de costes de cada uno de los astilleros se adapta a la organización productiva existente.

A grandes rasgos, las diferencias encontradas en cuanto a gestión de costes son escasas entre dos de ellos, siendo las características principales en cuanto al control de costes en cada uno de ellos las detalladas a continuación.

P1.3.1.- ESTRUCTURA PRODUCTIVA Y CONTROL DE COSTES DE LOS ASTILLEROS ESTUDIADOS

- **Astillero 1**

El astillero 1 es un astillero de tamaño medio, especializado en construcción de buques civiles.

El astillero 1 tiene una planta dimensionada para trabajar en hasta 4 buques a la vez entre gradas y muelles, limitando la construcción a buques medios, de esloras no superiores de 160 metros y mangas de hasta 23 metros. Su capacidad anual es de 20.000 TAN (toneladas de acero neto).

En este astillero hay definidas varias zonas de trabajo, cada una de las cuales (o bien cada conjunto particular de dos o más de estas zonas), constituyen una unidad productiva, división relevante a efectos imputación de costes. Las zonas de trabajo son las siguientes:

1. **Zona parque de materiales y elaboración de bloques. Parque de chapas y taller de aceros**

Área 1. Almacén y taller de elaborado: Existe una nave acondicionada como parque de chapas y taller de elaborado. Se subdivide en 7 zonas en las que se desarrollan los trabajos de almacenamiento y corte de chapa y perfiles, además de elaboración de unidades estructurales menores. Estas 7 zonas de trabajo son:

Zona 1: Esta es una nave que agrupa procesos productivos con perfiles, y cuenta con una zona para almacén de perfiles y otra para corte y conformado de los mismos. Constituye una unidad productiva, y está dotada de medios de elevación para manipulación del material. Consta además de maquinaria variada para el conformado de perfiles

Zona 2: Es una nave de chapa, que funciona como taller de previas pequeñas y de corte. Está dotada de maquinaria diversa y está dividida en tres unidades productivas independientes:

- La subzona de taller de corte, que dispone de una zona almacén, varios puentes grúa para manipulación de la chapa, y una máquina de corte de chapa.
- Las subzonas de previas pequeñas, que disponen de varias grúas puente y maquinaria diversa de conformado de chapa y soldadura.

Zona 3: Es también una zona dedicada a procesos productivos con empleo de chapa, con elementos de mayores dimensiones que la zona anterior. Consta de tres subzonas, dos de ellas para taller de conformados de previas grandes y la tercera como taller de corte-plasma. Cada subzona constituye una unidad productiva.

Zona 4: Se subdivide en dos subzonas, una para paneles planos y otra para paños. En esta zona se integran los elementos provenientes de las zonas 1 a 3 para dar lugar a los paneles que formarán los bloques planos. Cada subzona constituye una unidad productiva independiente.

En esta nave existen grúas puente y maquinaria de soldadura diversa.

Zona 5: La integran 2 subzonas que funcionan como unidades productivas: una subzona de montaje de paneles planos y una de forros curvos. La zona 5 recibe material de las zonas anteriores.

Zona 6: Tiene dos subzonas: una de bloques que recibe material principalmente de las zonas 4 y 5; y otra de oxicorte. Cada subzona constituye una unidad productiva.

Zona 7: Tiene dos subzonas: una zona de bloques y otra que funciona como almacén material cortado. Cada subzona constituye una unidad productiva.

Como se puede observar, en el parque de materiales y taller de previas se parte de la materia prima para fabricar bloques, y en el proceso, se realizan operaciones de corte, conformado, soldadura y manipulación del material. Las horas de corte y soldadura son mínimas en esta zona en comparación al resto de instalaciones, al realizarse en unidades pequeñas y de manera automatizada, a través de máquinas de control numérico (plasma, oxicorte, robots de soldadura,...)

El grueso de la mano de obra se dedica a actividades de conformado y manipulación de material, predominando las horas máquina sobre las horas hombre.

2. Zona fabricación

Área 2. Naves de fabricación: Este área está constituida por dos zonas, cada una de ellas una nave móvil independiente, y ambas con medios de elevación de gran capacidad para el movimiento de los bloques en ellas fabricados a las gradas.

Área 3. Taller de módulos: Este taller consiste en una nave cubierta para fabricación de módulos de tubería a instalar a bordo de los buques en grada o bien en los bloques del área 2.

Área 4. Gradas: El astillero cuenta con dos gradas, que limitan el tamaño de los buques a construir por sus dimensiones medias.

Área 5. Varaderos: El astillero cuenta con dos varaderos con capacidad media de 1.500 tons cada uno de ellos. Permiten al astillero la realización de reparaciones/transformaciones de buques medianos/pequeños al tiempo que las nuevas construcciones se ejecutan en las gradas; y son de más fácil y más barato mantenimiento que un dique.

En la sección de fabricación, a diferencia de la sección de parque de materiales y taller de elaborado de bloques, predominan las horas hombre frente a las horas máquina.

3. Zona servicios auxiliares de fabricación

Área 6. Varios: Este área está constituida por dos zonas: la zona de depósitos de combustible y gases la de los centros de transformación principales para alimentación de los equipos eléctricos.

Área 7. Almacenes: Esta área está constituida por los almacenes, con dos naves cubiertas en las que además de encontrarse las oficinas se realizan la recepción y almacenamiento de los materiales (a excepción de chapas y perfiles).

Área 8. Talleres auxiliares: El área de talleres auxiliares está integrado por tres zonas:

- Zona de taller mecánico, constituida por una nave que aloja medios de elevación y maquinaria necesarios para mantenimiento y reparaciones mecánica.

- Zona de taller de carpintería, donde se realizan los trabajos auxiliares de carpintería necesarios de cara a la realización de las botaduras de los buques.
- Zona de taller de tubería, donde se guarda maquinaria destinada a la realización de trabajos de tubería a bordo del buque, así como aquella maquinaria que se utilizar para trabajos que por su dificultad de ejecución no pueden realizarse a bordo y deben realizarse en taller.

Área 9. Seguridad y contraincendios: Constituida por la nave destinada a los equipos de seguridad y contraincendios.

Área 10. Oficinas: Área constituida por el edificio de oficinas (RR.HH., Financiero, Producción, Oficina Técnica, Calidad, Dirección)

Área 11. Medios de elevación y transporte: Grúas, plataformas, carretillas y uñetas para dar servicio a naves móviles, gradas y varaderos, para transporte de materiales tanto interior a las naves de fabricación y auxiliares como exterior.

La mayoría de los servicios generales de fabricación dan lugar a costes indirectos a prorratear a los proyectos.

En el astillero 1, a pesar de existir una división en unidades productivas, ésta es más a efecto de proceso que de imputación de costes, controlándose estos últimos por grandes áreas y sin llegar su control al nivel de las unidades productivas.

El sistema de control de costes en este astillero es similar al empleado en el astillero 2, debido a que ambos provienen de un núcleo empresarial común.

El astillero 1 calcula el precio de la hora de mano de obra a aplicar a lo largo del año en la imputación de costes a partir del presupuesto anual del astillero, que incluye todos los costes previstos, excepto los costes de administración y comercial. Este coste se divide entre las horas de m.o.d. de capacidad del astillero previstas para el año y de este modo se obtiene el valor hora (para horas directas). Este valor hora se revisa anualmente, en función de los costes previstos, actualizados con el IPC, y del número de horas previstas, que dependerá de la evolución del absentismo y de las horas improductivas.

Mes a mes, se aplican los costes generales a cada proyecto con las horas directas invertidas en cada obra multiplicadas por la tarifa horaria, que es una tarifa única para

todos los gremios, hay por lo tanto un único generador de costes, realizándose una distribución simple de los costes indirectos en función de las horas de mano de obra directa aplicadas a cada construcción.

Dentro de los costes directos de los buques se distinguen tres grupos:

1. **Materiales.** El coste de los materiales de cada obra se imputa a partir de la recepción del material, recepción sujeta a la aprobación correspondiente en caso de que se trate de material verificable. En algunos equipos se realizan recepciones parciales según las condiciones pactadas en el contrato de suministro. Los contratos llave en mano se incluyen en este grupo de costes directos a aplicar a obra.
2. **Mano de obra subcontratada.** Se imputa según recepción con la matización de que esta recepción tiene lugar en función del grado de avance de obra, y no de las horas reales invertidas. Es decir, se realizan contratos por paquete de trabajo, y no por horas o por administración.
3. **Cargos directos.** Se imputan directamente a costes de obra cuando se originan.

Los costes de administración y comercial se aplican a resultados, sin prorratearse a las obras. Es decir, salvo los costes de administración y costes comerciales, los costes indirectos de fabricación se repercuten sobre la hora de mano de obra, siendo éste el único factor de reparto. En función de las horas de mano de obra de un proyecto, así será la contribución de ese proyecto a los costes generales del astillero. Se trata por tanto de un sistema de costes de absorción sencillo, en el que los costes indirectos se prorratean al producto a través de un único generador de coste.

La planta del astillero se encuentra dividida en unidades productivas, pero éstas no funcionan como centros de coste. Los costes directos que se generan en las unidades productivas, y los datos empleados para el seguimiento y control de los trabajos obtenidos a partir de las horas de m.o.d. imputadas y los kg. de material procesados (rendimientos), son tratados de manera global y no por unidad de producción.

El astillero emplea un sistema de información creado “*ad hoc*” para su factoría, de capacidad y uso limitado, aunque eficaz en su finalidad de cubrir sus necesidades

productivas. Este software no integra todas las operaciones de la empresa, sino principalmente las productivas.

El sistema recibe inputs, y ofrece informes con los costes imputados a fecha, pero no hay herramientas de control o informes específicos que permitan la interpretación de estos datos, de modo que existe un sistema de imputación de costes pero no de control de costes propiamente dicho.

El sistema “customizado” que emplean permite imputaciones sencillas de costes a los proyectos, y un total control de los materiales y mano de obra empleados en cada uno de los proyectos habitualmente en curso al mismo tiempo. De esta manera, en el caso de los materiales, desde el mismo momento en que se realiza un pedido de material, éste se asigna a un proyecto concreto.

Una vez se recibe físicamente en el astillero, se le da entrada como acopio de material para el proyecto para el que fue pedido en su día, y nuevamente se vuelve a asignar al proyecto en el momento en que es retirado en el almacén para su incorporación al proceso productivo.

La imputación del coste de material a la recepción del mismo es un aspecto importante para el control de costes del proyecto y el control de costes del astillero. En las fábricas de productos siderometalúrgicos en las que no se imputa el coste del material a su recepción sino a su consumo, existen problemas en el inventario de materia prima. Así, tanto el material acopiado para obras en curso como el material sobrante de proyectos ya finalizados conforman las existencias de materia prima que además se valoran a precio de compra, sin tener en cuenta las oscilaciones en el precio de acero.

El valor real de las existencias de acero de construcciones finalizadas siempre es inferior a su valor de compra, debido a las particularidades de cada proyecto, que hacen que se compre chapa y perfiles de calidades, formatos y espesores muy específicos, por no hablar del tipo de certificados y/o ensayos a realizar al material.

No sólo el valor real del material es inferior al existente en libros, sino que con la imputación de costes al proyecto al dar consumo al material se tiende al aumento de existencias:

- Los responsables de solicitar la compra, compran en exceso para evitar que falte material durante la construcción, sabiendo que sólo el coste realmente consumido va a ser imputado al proyecto, y que por tanto, el director del proyecto no detectará la desviación.
- El inventario crece al quedar la chapa sobrante comprada en exceso almacenada en el parque de material, con un valor real inferior al de compra.

Desde un punto de vista contable los inventarios estarán “cuadrados” entre existencias, producto en curso y producto terminado, pero desde el punto de vista del control de costes se produce una desviación en el coste de los productos que queda oculta en el almacén de materia prima.

El astillero 1 elimina ambos problemas con su política de imputación de coste a la recepción. La única otra alternativa posible es la implementación de indicadores u objetivos de coste tendentes a evitar esta situación (por ejemplo, toneladas compradas frente a toneladas consumidas)

Los informes empleados en la toma de decisiones son informes sencillos, basados en informes financieros y no informes de control de costes. No hay una sistemática de control de costes integrada, sino que es el Jefe de Buque y el Director de Producción las primeras figuras de la cadena productiva que participan del control de costes de cada construcción y la toma de decisiones orientadas al control económico del proyecto, no existiendo ningún otro tipo de control aguas abajo que el cumplimiento del plazo.

Aunque el astillero emplea este sistema, tiene previsto modificarlo a medio plazo debido a su baja operatividad. El objetivo perseguido con el cambio es disponer de un sistema que no sólo permita realizar imputación, sino que además permita extraer información para el seguimiento y control de los proyectos válida para la toma de decisiones.

En cualquier caso, el tamaño del astillero y la plantilla fija que lo compone (300 personas) a la que en puntas de trabajo se suman trabajadores externo hasta alcanzar los 1.000 trabajadores hacen necesario un riguroso control de costes que permita no solo conocer y anticiparse a las desviaciones sino tener perfectamente identificados los costes de aplicación que se puedan producir en el desarrollo de cada uno de los proyectos en curso.

- **Astillero 2**

El astillero 2 es un astillero de tamaño grande, público, y especializado en construcción civil.

En este astillero 2, la planta se haya dividida en unidades productivas, a las que se imputan los costes. La planta del astillero está dimensionada para procesar una cantidad de acero de aproximadamente 40.000 TAN/año.

Las unidades productivas de las que consta el astillero son:

1. **Zona parque de materiales y elaboración de bloques.**

Área 1. Parque de materiales: El parque de materiales está destinado al almacenamiento de materiales laminados y a la alimentación a los talleres. Constituye una unidad productiva y se divide en tres zonas:

- Zona de muelle, para la descarga de chapas y perfiles, dotado de los medios de elevación y traslación necesarios para la descarga y manipulación de los productos siderúrgicos.
- Zonas de parque de materiales, para almacenamiento de chapas y perfiles, dotadas ambas asimismo de medios de elevación y traslación para la descarga y manipulación del acero (movimiento interno dentro del parque y transferencia al taller).

Área 2. Elaboración de Bloques Planos: Esta área está dedicada a la elaboración de bloques a partir de paneles planos de hasta 250 tons de peso. Incluye una línea de paneles totalmente automatizada que reduce la presencia de mano de obra a la mínima necesaria para las labores de control de la maquinaria de taller y para la realización de aquellas tareas que por sus particularidades no pueden ser realizadas de manera automatizada (p.e.: prearmado y punteado de paneles para formar bloques). Esta unidad productiva se encuentra dividida en cinco zonas:

- Zona de taller de corte recto. Recibe chapa y perfiles y cuenta con medios de elevación y traslación así como de soldadura y oxicorte.

- Zona de taller de perfiles. Recibe perfiles y consta de medios de elevación y traslación así como maquinaria de soldadura y oxicorte. En ella se realizan operaciones de corte, conformado y soldadura de perfiles.
- Zona de taller de elaboración y fabricación de previas, en el que se realiza la elaboración y fabricación de previas en las dos líneas que la integran. Ambas líneas cuentan con medios de elevación y manipulación de chapas, perfiles y paneles, así como maquinaria de soldadura.
- Zona de línea de paneles. Contiene una línea de paneles dotada de medios de elevación y manipulación así como máquinas de soldadura. En esta zona sólo se realizan de modo manual aquellos procesos que por sus características no pueden hacerse de manera automatizada.
- Zona de taller de prefabricación y prearmamento. En este taller se realizan aquellos trabajos que son difíciles o imposibles de automatizar. El taller se encuentra desdoblado en dos líneas paralelas e iguales en cuanto a dimensiones, ambas dotadas de medios de elevación y traslación, así como de maquinaria de soldadura.

Área 3. Elaboración de Bloques Curvos: esta área está dedicada a la fabricación de bloques con superficies curvas de hasta 250 tons de peso. El área de la elaboración de Bloques Curvos se divide en las siguientes zonas:

- Zona de elaboración y fabricación de previas. En este taller se cortan y figuran los perfiles y chapas para realizar el prefabricado de previas. Al igual que el taller de bloques planos, cuenta con medios de elevación y máquinas orientadas al elaborado y fabricación de previas y línea de fabricación de paneles.
- Zona de fabricación de paneles. Consta de medios de elevación y maquinaria de soldadura para la fabricación de paneles.

2. Zona fabricación

Área 4. Fabricación de secciones: está compuesta por 3 zonas diferenciadas para la formación de Grandes Bloques al alcance de la grúa pórtico con posibilidades de movimiento y traslado de unidades de hasta 750 tons (capacidad máxima del pórtico).

- Zona de prefabricado y armamento. Está orientada a la fabricación de secciones planas y curvas y tiene una capacidad de elevación importante, además de maquinaria diversa de soldadura.
- Zona de fabricación de módulos y prearmamento, dotada de medios de elevación y maquinaria diversa.
- Zona de mesas de premontaje, con dos mesas al aire libre y una cubierta.

Área 5. Cabinas de chorro y pintura: El área 5 está integrada por las instalaciones destinadas al tratamiento de superficie:

- Zona de cabinas de chorro y pintura, dotadas de maquinas de chorro con recirculación de granalla y control de temperatura y humedad.
- Zona de cabinas de repintado, con cabinas destinadas sólo a la aplicación de pintura.

Área 7. Muelles de armamento: Esta área está constituida por los muelles.

Área 8. Taller de tubos: Dividida en dos zonas, ambas con medios de elevación y maquinaria de corte, conformado y soldadura de tubos:

- zona de fabricación de tubos
- zona de elaboración de tubos

3. Zona servicios auxiliares de fabricación

Las instalaciones a definir a partir de este punto, corresponden a instalaciones proveedoras servicios cuyos costes forman parte de los costes generales de fabricación o costes indirectos, a repartir entre las obras.

Área 9. Varios: esta área está constituida por varias zonas, la zona de depósitos de combustibles y gases, y las zonas de centros de transformación.

Área 10. Almacenes: Está constituida por almacenes, siendo el más destacado el almacén general.

Área 11. Zona oficinas: Se divide en tres zonas: RR.HH., Calidad, Prevención y Medioambiente; y resto de oficinas.

Área 12. Medios de Elevación y Transporte: pórtico, grúas, plataformas, carretillas y uñetas con capacidad para izar y desplazar grandes pesos de hasta 750 tons que dan servicio a naves, gradas y muelles; así como para transporte de materiales tanto interior a las naves de fabricación y auxiliares como exterior.

El astillero emplea un ERP creado por una empresa consultora a medida de sus necesidades, aunque predominan las hojas de cálculo y las bases de datos complementarias y en algunos casos sustitutivas, que cada departamento ha creado para su control y gestión. Su implantación por tanto no ha sido satisfactoria, y años después sigue sin ser aceptado por los trabajadores. El ERP se emplea en la mayoría de operaciones del astillero, exceptuando algunas de carácter administrativo.

El seguimiento de los costes incurridos se basa en la existencia de un presupuesto objetivo de cada construcción o buque, así como de un presupuesto anual del astillero para aquellos costes no aplicados a los productos. Este último se desglosa por áreas o centros de coste funcionales (comercial y proyectos, financiero,...) mientras que el de cada buque se desglosa en centros de coste coincidentes con zonas físicas del buque.

En este astillero el control de costes se realiza de manera más detallada en el departamento de Producción, que engloba a más del 80% de la plantilla total, y con una periodicidad semanal se emite un informe que recoge los siguientes apartados:

- Distribución de plantilla, donde se informa de la cantidad de personal y su distribución por unidad productiva. La distribución de plantilla es la base para el control de la imputación de cargos del personal directo y la evolución de la imputación de cargos de obras facturables contra las obras de gastos.
- Estructura de tiempos, donde se analizan de forma global las imputaciones a las obras abiertas, el absentismo, la flexibilidad, los improductivos y los costes de los turnos.
- Control de improductivos, donde se analizan de forma pormenorizada los costes incurridos debidos a improductivos.
- Obras facturables, donde se analiza el control de cada obra, por zona (gremio) y pedido (inversión frente a presupuesto), incluyendo en este análisis las productividades por zona y los gastos de materiales consumibles y de prevención.

- Seguimiento de pedidos emitidos, donde se analizan los pedidos emitidos, la tendencia frente a la inversión, de cara a activar pedidos pendientes o reclamar pedidos nuevos o para su inmediata facturación.
- Seguimiento de las obras de gastos, donde se analiza la inversión frente al presupuesto establecido y las fechas de finalización. También se analizan las propuestas de mejora (ideas del buzón de sugerencias y prevención) y de nuevas inversiones.
- Flexibilidad, donde se analiza por zona el presupuesto de la flexibilidad pendiente (se denomina flexibilidad a las horas de permiso retribuido generadas por la realización de horas extra).
- Prevención, control del número de personas de baja, el cual indica las horas que se dejan de facturar.
- Gastos de centro, donde se analizan los gastos propios del área (alquileres, asistencias, limpieza, mantenimiento, transportes, energía, agua, material de oficina, contribuciones e impuestos, combustibles,...)

Curiosamente, los informes del departamento de producción se emiten en formato Excel, en lugar de generarlos a partir del ERP.

Los materiales se imputan a proyecto como cargo directo. La subcontratación, aunque se realice por paquetes, se traduce en horas de mano de obra para su imputación a obra, aplicando el valor de mano de obra calculado anualmente para el astillero.

El control es exhaustivo y cada área es responsable de la gestión de su presupuesto.

De manera menos exigente por sus particularidades (mayor facilidad de control que el departamento de producción), este control se extiende al resto de departamentos.

El Departamento de Ingeniería, por ejemplo, controla costes directos e indirectos, siendo los directos los de mano de obra de delineación y proyectos aplicados a cada obra e indirectos los de *staff*. El material, amortizaciones de equipos, software,... se imputan dentro de los costes indirectos y se reparten entre las obras en curso prorrateados en función de las horas imputadas a cada proyecto.

Los demás departamentos son indirectos y sus costes se aplican a las obras repercutidos en el precio hora, a excepción de los costes de administración, planta y comercial que aplican a cuenta de resultados.

El precio hora se calcula anualmente a partir del presupuesto anual del astillero, que incluye todos los costes previstos, excepto los costes de administración, planta y comercial, como ya mencionado. Este coste se divide entre las horas de capacidad del astillero y de este modo se obtiene el valor hora (para horas directas).

Este valor hora incluye las horas de subcontratación previstas en su cálculo. Para ellos, su coste se descompone en coste real de mano de obra ajena más contribución a gastos generales del astillero.

El precio hora se actualiza anualmente, aunque se realiza un seguimiento mensual del mismo, ya que al introducir la variable de horas de subcontratación en su cálculo es susceptible de variación ante cualquier desviación en las horas de mano de obra ajena.

La desviación es mucho menor en el caso de variación de mano de obra propia, ya que las contrataciones temporales/indefinidas son mínimas, manteniéndose la plantilla propia en situación estable.

La tarifa horaria es única para todos los gremios de Producción, e independiente de la de Ingeniería, que se calcula separadamente.

El sistema de control de costes es en este caso idéntico al del astillero 1 en cuanto a segregación de costes y reparto de costes generales y administrativos, con la salvedad de una mayor desagregación de costes y por lo tanto control de los mismos, así como del tratamiento de la mano de obra ajena, que participa del reparto de gastos generales. Señalar que con este sistema se produce el efecto contrario que en el astillero 1, en el que los costes de la subcontratación se imputan por % de avance y no por horas. Al ser normalmente el coste de mano de obra ajena inferior a la propia, los proyectos en los que se emplea mayor subcontratación, a igualdad de horas de mano de obra soportará mayor porcentaje de gastos generales e indirectos.

Nuevamente, el reparto de costes indirectos se realiza en base a la mano de obra de cada proyecto, siendo éste el único generador de coste empleado en la contabilidad de

gestión. Se trata por tanto de un sistema de control de costes de absorción sencillo, con un único factor de reparto de costes.

El responsable de la unidad productiva es el primer eslabón en el proceso productivo con responsabilidad sobre el control y seguimiento de los costes de su unidad, y aunque el sistema de control de costes oficial empleado no proporciona informes válidos para la toma de decisiones, se generan informes internos de gestión de costes útiles para este propósito.

Este es el astillero en el que el concepto de seguimiento y control de costes está más desarrollado y extendido, por lo que será el que se tome como base a lo largo del desarrollo del objetivo de esta tesis: definición de un sistema de control de costes óptimo para un astillero.

- **Astillero 3**

El astillero 3 es un astillero grande, especializado en construcción militar.

Este astillero ha desarrollado un sistema interno de gestión y control con diferentes módulos aplicado a las operaciones productivas. Las operaciones administrativas emplean un ERP comercial de reciente implantación.

No está claro como se realiza el control de costes, hay cierta opacidad en la transmisión de información y predomina el control de horas sobre el de costes. Los directores de área tan sólo conocen un presupuesto de horas por proyecto y/o tarea que deben cumplir pero no hay constancia de la existencia de un plan objetivo para cada proyecto ni un presupuesto desglosado a asignar a los responsables de proyecto.

Los responsables de área no cuentan con información para la gestión y control de costes, siendo ésta reservada para los integrantes del cuadro de mando, cuyo eslabón inferior es la dirección departamental o comité de dirección. No existe una sistemática en cuanto a la gestión ni al control, por lo que no se llega a determinar si la opacidad es tal, o es que la información no se transmite simplemente porque no existe.

Con la información obtenida no es posible determinar el sistema de control de costes que emplea el astillero estudiado, manteniendo la duda de si emplea alguno. Debido a la



existencia de presupuestos de horas a imputar a cada proyecto/tarea por departamento/sección, podemos decir que al menos existe un sistema control similar al sistema de costes estándar, aunque aplicado a horas de m.o.d. y sin que haya constancia de su aplicación a costes.

Ante la falta de información obtenida (o la ausencia de un sistema de control de costes específico) este astillero no ha podido ser analizado y por ello se omite la descripción de su estructura productiva.

PARTE 2 – CONCLUSIONES DEL ESTUDIO PREVIO

Objetivos Parte 2:

Síntesis de las ideas principales extraídas en la fase de investigación

Tabla de contenido Parte 2:

PARTE 2 – CONCLUSIONES DEL ESTUDIO PREVIO	78
P2.1.- INTRODUCCIÓN A LA PARTE 2	79
P2.2.- CONCLUSIONES DEL ESTUDIO PREVIO	80
P2.2.1- SISTEMAS DE CONTROL DE COSTES EXISTENTES	81
P2.2.2- SISTEMAS DE CONTROL DE COSTES DE LOS ASTILLEROS ESTUDIADOS	96
P2.3- BASES DE TRABAJO PARA LAS PARTES 3 Y 4	106
• <i>Análisis de los sistemas de control de costes aplicables a un astillero.</i>	<i>106</i>
• <i>Desarrollo del sistema de control de costes de un astillero</i>	<i>106</i>

Índice de Ilustraciones Parte 2:

<i>Ilustración 12.- Comparativa sistemas costes completos, variables y directos</i>	<i>87</i>
<i>Ilustración 13.- Sistema costes absorción por proyecto</i>	<i>92</i>
<i>Ilustración 14.- Sistema costes ABC</i>	<i>92</i>
<i>Ilustración 15.- Costes empleo de corte con plasma en sección corte</i>	<i>101</i>
<i>Ilustración 16.- Variabilidad costes según factores productivos</i>	<i>101</i>

Índice de Tablas Parte 2:

<i>Tabla 7.- Comparativa sistemas de control de costes</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 8.- Horas m.o.d. vs horas máquina vs TAN</i>	<i>100</i>

P2.1.- INTRODUCCIÓN A LA PARTE 2

La primera parte de la tesis tiene como objetivo la adquisición de los conocimientos necesarios acerca de los sistemas de control de costes existentes, para efectuar el posterior análisis de los sistemas empleados en los astilleros estudiados así como la definición del sistema de control de costes óptimo a aplicar en un astillero.

Esta segunda parte tiene como objetivo la exposición de las conclusiones obtenidas a partir del análisis de la información obtenida en la fase de investigación y expuesta en el capítulo anterior, especialmente en lo que respecta al estudio de los sistemas de control de costes empleados en los astilleros.

Para ello se profundiza en los sistemas de control de costes existentes aplicables al astillero, analizando sus pros y contras desde un único punto de vista, que es su idoneidad para ser empleados en la instalación productiva del astillero.

En esta parte de la tesis también se comenta y analiza la información obtenida en la fase de investigación sobre los astilleros objeto de estudio, a fin de conocer los sistemas tradicionales de control de costes de uso actual en los astilleros.

El capítulo se cierra con la exposición de las conclusiones obtenidas a partir del análisis de la información obtenida en la fase de investigación, las cuales servirán de base para el desarrollo de la Parte 3 de la tesis.

P2.2.- CONCLUSIONES DEL ESTUDIO PREVIO

El trabajo de investigación desarrollado en la Parte 1 (P1 en adelante) de la tesis se ha dividido en dos líneas de trabajo claramente diferenciadas:

- Definición y explicación breves de las características principales de los diferentes sistemas de control de costes existentes,
- Identificación de los sistemas de control de costes empleados en astilleros,

La primera de las líneas de investigación ha consistido en investigación puramente teórica o de estado del arte. En ella se ha consultado numerosa bibliografía, aunque en la P1 se omite una descripción extensa de la mayoría de los sistemas de control de costes identificados y definidos, y sólo se describen de manera detallada aquellos más importantes o relevantes.

Éstos son principalmente tres:

- Sistema de costes de absorción, por proyecto u orden de trabajo,
- Sistema de costes ABC,
- Sistema de costes estándar.

La segunda línea de investigación ha necesitado de investigación práctica o empírica, con consultas al personal de gestión de costes de los astilleros cuyos sistemas de control de costes se han estudiado y múltiples solicitudes de explicaciones, aclaraciones y documentación. Solicitudes que no siempre han sido atendidas.

Al tratarse de líneas diferentes en cuanto a procedimiento de investigación y resultados, las conclusiones se realizan sobre cada una de las líneas en las que se dividió el trabajo de investigación de manera individual en esta segunda parte de la tesis.

P2.2.1- SISTEMAS DE CONTROL DE COSTES EXISTENTES

En la P1 se han definido brevemente las características de los sistemas de control de costes existentes, sistemas que han sido agrupados según pertenezcan a la teoría eurocontinental o anglosajona. Los principios de esta agrupación por teorías, pertenecientes a la disciplina contable aplicable en ambos núcleos geográficos se ha omitido al ser irrelevante para la decisión de su aplicabilidad al astillero.

Las particularidades del astillero como empresa, hacen necesario descartar parte de los sistemas de control de costes definidos, que no resultan apropiados para el seguimiento y control de los costes en este tipo de fábrica.

En algunos casos, el descarte es evidente, como por ejemplo en el caso del sistema de control de costes por proceso. El astillero es una fábrica que produce uno o varios productos en el mismo período, productos normalmente diferenciados entre sí, tanto en sus características principales como secundarias. No tiene objeto la aplicación del sistema de control de costes por procesos porque los distintos buques se fabrican de acuerdo a diferentes procesos, debiendo incluso adaptar las instalaciones a las características del buque a construir y desarrollando estrategias de fabricación diferentes para cada tipo de buque.

En otros casos no es tan evidente, pero es necesario encontrar un sistema de control de costes que se adapte a las particularidades del astillero:

- El astillero produce un número limitado de buques en el periodo, y estos no absorben de igual manera los recursos disponibles. No existe una relación lineal entre los recursos empleados (ya sean horas mano de obra directa, horas máquina, horas de mano de obra indirecta, toneladas de acero,...) y algunas de las características del buque (eslora, manga, puntal, peso en rosca, precio de venta,...) que permita establecer un reparto exacto de los costes del período a los buques fabricados de una manera simple y directa. Para ello, es necesario definir dentro del sistema de control de costes a emplear el proceso de asignación de estos costes del período a los productos o buques fabricados y buscar los generadores de coste adecuados.

- El buque es un producto complejo, fabricado bajo pedido, nunca para generar stock. Aquellos sistemas válidos para fábricas de productos seriados, no lo son para el astillero. Ni siquiera el control de inventarios lo es, puesto que no existe el concepto de material en stock o en inventario del astillero en el almacén de materia prima, sino que la materia prima de cada producto se compra en exclusiva para esa construcción, y es por tanto un coste imputable al buque desde el mismo momento de la emisión del pedido de compra.
- Los costes fijos de un astillero, por las características de las instalaciones necesarias para permitir fabricar un buque, son muy elevados en relación a otro tipo de fábricas que producen otro tipo de producto.
- El astillero combina procesos productivos en los que predomina la m.o.d. junto a procesos altamente automatizados con maquinaria específica para la actividad. A pesar de albergar una actividad productiva que implica a una elevada cantidad de mano de obra, muchos de los procesos que intervienen en la construcción del buque se desarrollan con moderna maquinaria donde la importancia de la mano de obra directa es menor.

El estudio detallado de todos los sistemas de costes permite llegar a la conclusión de que no existe ningún sistema perfecto. Todos, en mayor o menor medida, proporcionan información que puede llevar a errores en la toma de decisión, por lo que es importante conocer sus defectos.

La siguiente tabla muestra de modo resumido las características principales de cada sistema y su aplicabilidad al astillero:

SISTEMA	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	APLICABLE
Costes completos	Incorpora al coste del producto todos los costes tanto directos como indirectos (así como costes de estructura).	Ofrece información completa sobre los costes de fabricación y costes generales.	<ul style="list-style-type: none"> • Es más caro al exigir la cuantificación y el reparto de los costes indirectos a los productos. • Existen costes indirectos de difícil trazabilidad a los productos y cuya imputación no aporta beneficios al control de costes al tratarse de costes sobre los que no es posible actuar. 	No, el coste y la dificultad de imputar todos los costes al producto no están justificados por el beneficio obtenido.
Costes completos con imputación racional	Los costes fijos se imputan según el nivel de actividad real de la empresa en relación al nivel de actividad normal.	Permite no penalizar el coste del producto en caso de disminución de la actividad prevista.	<p>Las mismas que el sistema de costes completos, y a mayores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El coste real del producto no se conoce hasta el fin de la fabricación, al ajustarse continuamente la imputación de costes fijos según el nivel de actividad. 	No, por las mismas razones que el sistema de costes completos.
Costes completo con diferencias de	Usa cuentas de diferencias de incorporación (al	<ul style="list-style-type: none"> • Permite no penalizar el coste del 	Las mismas que el sistema de costes	No, por las mismas razones que el sistema

SISTEMA	PRINCIPALES CARACTERISTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	APLICABLE
incorporación	final del periodo se corrige la incorporación de los costes fijos en base al nivel real de actividad).	producto en caso de disminución de la actividad prevista. •La regularización se efectúa al final del periodo.	completos, y a mayores: •El coste real del producto no se conoce hasta que se procede a la regularización de los costes fijos al final de cada periodo contable.	de costes completos.
Costes variables	Los costes variables se imputan al producto y los fijos al resultado del periodo.	El coste del producto no se ve afectado por la variación del nivel de actividad.	Al no tener en cuenta los costes fijos el sistema de costes variables deja como costes del periodo una parte importante de los mismos.	No, si bien no todos los costes fijos son incorporables al producto, una parte importante de ellos sí lo son.
Costes variables perfeccionados	Los costes fijos directos se imputan al producto, y sólo los costes fijos indirectos se imputan al resultado del periodo.	El coste del producto es más completo que en sistema de costes variables al incorporar parte de los costes fijos.	No tiene en cuenta los costes fijos indirectos, dejando como costes del periodo una parte importante de los mismos.	No, si bien no todos los costes fijos indirectos son incorporables al producto, una parte importante de ellos sí lo son.
Costes estándar	Es necesaria una estimación previa y comparativa de los costes estimados versus los costes reales.	Se basa en un presupuesto previamente establecido contra el que se comparan los costes reales.	Por sí mismo sólo ofrece información de desviaciones de partidas de coste.	Sí siempre que vaya acompañado de otro sistema de control de costes.

SISTEMA	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	APLICABLE
Costes directos	Los costes directos se imputan al producto mientras que los indirectos lo hacen al resultado del período.	La imputación de costes es sencilla, al no existir la necesidad de repartir los costes indirectos a los productos.	Los costes indirectos se tratan como costes del período, quedando fuera del coste del producto.	No, por el alto peso que los costes indirectos tienen en el coste total del buque.
Absorción de costes por proyecto	Los costes directos se asignan al producto mientras los indirectos se dividen en: <ul style="list-style-type: none"> •Costes indirectos de fabricación, asignados al producto a través de los centros de coste. •Resto de costes indirectos, asignados al resultado del período. 	Asigna tanto los costes directos como indirectos al producto, permitiendo la existencia de costes del período.	La asignación de los costes indirectos a los productos es a veces compleja, por la dificultad de establecer una relación causa-efecto entre los departamentos y los productos.	Si
Absorción de costes por proceso	Los costes directos e indirectos se asignan a los procesos de fabricación, dividiéndose el coste total entre el número de unidades producidas para obtener el coste	El cálculo del producto se realiza de una manera sencilla.	Sólo es válido para procesos de producción en serie de productos homogéneos, lo cual no es el caso del astillero.	No, el buque es un producto tecnológicamente complejo y heterogéneo por lo que este sistema no es de aplicación.

SISTEMA	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	APLICABLE
	del producto.			
ABC	Los costes directos se asignan al producto y los indirectos a las actividades y de ahí al producto.	<ul style="list-style-type: none"> •El cálculo del coste del producto es más preciso. •Aporta información para toma de decisiones acerca de las actividades que portan valor añadido y las que no. 	<ul style="list-style-type: none"> •La asignación de costes indirectos a las actividades puede resultar complicada y costosa. •Determinados costes deben considerarse como gastos del periodo por la imposibilidad de imputación a las actividades productivas. 	Si

Tabla 7.- Comparativa sistemas de control de costes

Los sistemas de costes completos, directos y costes variables no son adecuados para su aplicación al astillero debido a clasificación de costes que realizan para su imputación al producto. En el caso del sistema de costes completos, todos los costes son imputables al producto, lo cual no es cierto en un astillero. Determinados costes, como por ejemplo el canon portuario, son de difícil imputación al no existir un factor de reparto que relacione este coste periódico (anual) que se devenga por metros lineales de muelle con los buques fabricados. Es un coste fijado por la Autoridad Portuaria competente, no sujeto a negociación ni a variabilidad en función de la actividad del astillero, de modo que su imputación al buque, a los efectos de control del coste, tampoco produce ningún beneficio.

En el sistema de costes variables, la razón es la contraria, al dejar el sistema de imputar los costes fijos al producto. Las revisiones legales de los equipos productivos son un coste fijo imputable al producto, por cuanto se genera con el uso de la maquinaria dedicada a la actividad productiva, y si bien tiene una componente variable, puesto que

puede verse incrementado por un aumento de la actividad planificada, tiene un coste anual fijo mínimo a repartir a los productos.

En el sistema de costes directos, la no imputación de los costes indirectos al producto, daría lugar a unos costes del período excesivos, distorsionando el coste del producto de una manera significativa. Como hemos comentado el volumen de costes indirectos es muy alto en un astillero.

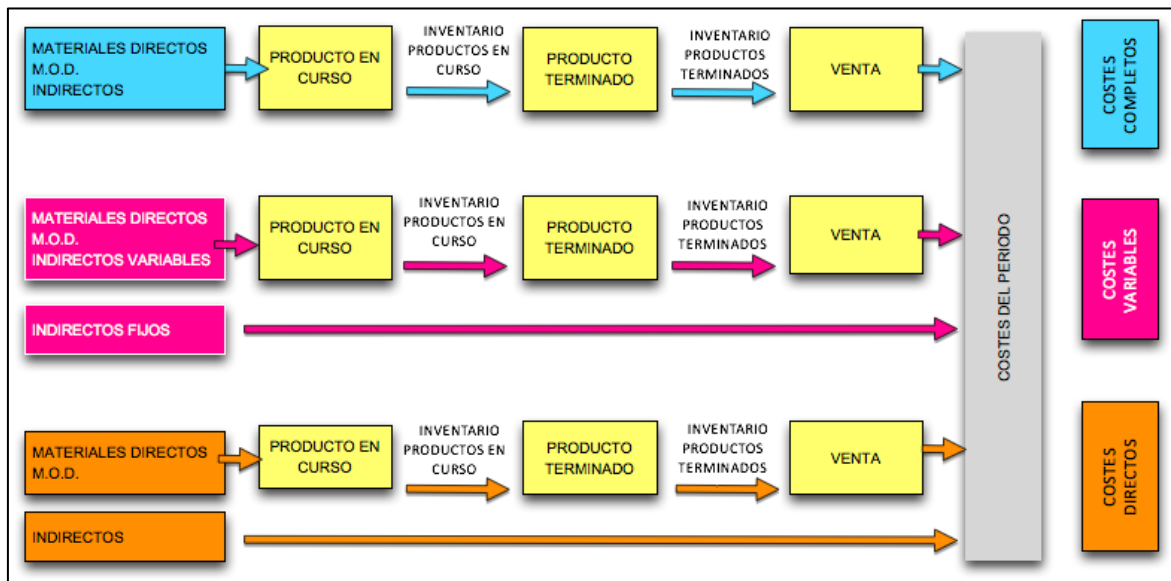


Ilustración 12.- Comparativa sistemas costes completos, variables y directos

Los sistemas de absorción de costes (por órdenes de fabricación y por proceso), al trazar todos los costes incurridos en la fabricación al producto, tienen a crear un incentivo a la sobreproducción. Esto es debido a que en este sistema mientras que los costes variables por unidad producida son constantes con independencia del número de unidades que se produzcan, los costes fijos no lo son. Éstos últimos se prorratean entre el número de unidades producidas, y por lo tanto, cuando mayor es el número de unidades, menor es el importe de costes fijos absorbido por cada unidad.

A menor coste de producción, mayor beneficio teórico, dado que aunque la diferencia precio de venta menos coste sea superior al aumentar el número de unidades producidas, de no aumentar las ventas proporcionalmente a la producción, lo que aumentará será valor del inventario.

Existen varias maneras de desincentivar la sobreproducción:

- Cargar los costes de inventario contra beneficios (aunque crea el problema contable de tener que retirar los costes cargados en las cuentas anuales).
- Desarrollar una política de control de inventarios que vigile que el valor del inventario no excede de un importe predefinido.
- Implementar un sistema de producción Just in Time (JIT) que reduzca los inventarios.
- Cambiar el sistema de control de costes.

Además del riesgo de sobreproducción, los sistemas de absorción de costes presentan otro problema: la fiabilidad del cálculo del coste del producto. Esto es debido a la tendencia de emplear masivamente la mano de obra directa como factor de reparto de los costes indirectos a los productos, sin tener en cuenta la relación causa-efecto entre los costes indirectos y los productos ni las actividades que causan esos costes indirectos.

El hecho de repartir los costes indirectos a los productos a través de un único generador de coste que es la m.o.d. también introduce un factor de desviación de costes, dado que la cantidad de costes indirectos a repartir por hora de m.o.d. es una tasa de reparto definida al comienzo del año contable en base a las horas de trabajo previstas (capacidad del astillero) y los costes indirectos estimados (en base a la carga de trabajo prevista). Al cierre del periodo contable lo habitual es que haya diferencias entre la tasa calculada al principio del año y la tasa real resultado de dividir los costes indirectos reales entre las horas de mano de obra reales en el mismo periodo.

Esto hace necesario realizar un ajuste tal y como se explicó en la P1, consistente en:

- Regularizar el valor de la tasa y por tanto los costes de los productos. Esto se puede realizar de varias maneras:
 - Deduciendo/añadiendo la diferencia entre los costes imputados a lo largo del año en base a la tasa estimada al comienzo del periodo contable y el coste calculado con la tasa real al finalizar el periodo. Es decir, haciendo un ajuste contable en un solo asiento.
 - Rehaciendo los costes imputados con la nueva tasa. Este sistema es más complejo pues implica rehacer los asientos contables efectuados a lo largo del periodo y afectados por la variación en el importe de la tasa.

- Llevando directamente la diferencia al resultado del periodo, en aquellos casos en los que la variación de la tasa es debida a cambios en el volumen de carga de trabajo prevista y la variación de la tasa implica un aumento del coste del producto.

La primera de las alternativas es la más sencilla, desde un punto de vista de tiempo y coste, la segunda es la más compleja y costosa de las tres, y la tercera, es la que más distorsión crea en el coste del producto, que será inferior al real.

En este último punto existen distintas interpretaciones:

- El astillero se dimensiona para una determinada carga de trabajo, por lo que de no cumplirse ésta no es culpa de los proyectos, que no pueden soportar el exceso de costes indirectos debidos a la situación productiva de carga de trabajo real inferior a la capacidad teórica. Se defiende por tanto la aplicación del exceso de costes indirectos contra el resultado del periodo.
- El astillero es una empresa y por tanto debe buscar el beneficio, debiendo los proyectos absorber los generados en la actividad industrial, y ajustando para ello el precio de venta a los costes reales. Se defiende por tanto la aplicación de la variación de costes indirectos contra los proyectos.

Ambas interpretaciones son buenas según la perspectiva con la que se miren, pero desde un punto de vista de control de costes, la realidad es que hasta el cierre del periodo no se conocerá el coste real de fabricación de cada buque, y con independencia de a donde se lleve el exceso/defecto de costes indirectos, tampoco las desviaciones en costes debidas al ajuste de la tasa de reparto.

Ambos problemas de los sistemas de absorción de costes, la sobreproducción y el reparto de costes indirectos en base a una tasa estimada, tienen solución:

- **Para eliminar la sobreproducción**, uno de los sistemas alternativos a los sistemas de absorción de costes es el sistema de costes variables. En este sistema, como explicado en la P1, todos los costes fijos se imputan contra el resultado en el año en el que se incurren, mientras que los costes de los productos sólo contienen los costes variables. De este modo, no se produce el

efecto de variación de coste del producto en función del número de unidades producidas, y se anula la tendencia a la sobreproducción.

Al tiempo que se elimina la sobreproducción se elimina el efecto del ajuste de la tasa de reparto, puesto que no se reparte ningún coste fijo, que pasa a considerarse coste del periodo.

El sistema de costes variables, sin embargo, no es adecuado para su aplicación al astillero, con lo que esta solución no es válida. El astillero, como hemos comentado, es una empresa con unos costes fijos muy elevados, fundamentalmente por las vastas instalaciones necesarias para desarrollar su actividad. Al considerar sólo los costes variables para su imputación al producto, el sistema de costes variables generaría unos costes del período significativos frente al coste de los productos.

Esto afecta fundamentalmente a la determinación del precio de venta y a la estrategia comercial en general, pues la decisión sobre el margen a aplicar a los proyectos en fase comercial para su contribución a los gastos generales del periodo se tornaría complicada. Más aún la gestión de órdenes de cambio con los clientes o pedidos según el sistema de *open-books*, al tener que aplicar un porcentaje de margen sobre los costes generados por cada orden demasiado elevado para poder cubrir la correspondiente prorrata de los gastos del período, y surgiendo la pregunta de qué criterio seguir para la definición del factor de reparto de los costes del periodo a emplear en esta prorrata: ¿horas de mano de obra directa?, ¿cifra de negocio?

En el caso concreto del astillero, dado que la fabricación está sujeta a pedido, no existe el problema de la sobreproducción, al no existir el concepto de “fabricación contra stock”.

- En cuanto a la variación de costes debida al ajuste de la tasa de reparto, las posibles soluciones a este problema son dos:
 - Utilizar factores de reparto que representen la relación causa-efecto de los costes indirectos en su asignación a los productos.

- Utilizar un sistema de reparto que asigne los costes indirectos a las actividades que los generan (sistema ABC).

En el sistema ABC, que es en realidad una versión evolucionada de los sistemas de costes por absorción, los productos de gran volumen de fabricación suelen tener costes según ABC menores que los costes según sistemas de absorción de costes. Mientras que los productos de bajo volumen de fabricación suelen tener mayor coste unitarios según ABC que según los sistemas de absorción.

Esto es así debido a que los sistemas de absorción de costes tradicionales tienden a asignar más costes a trabajos/pedidos que consisten en un gran número de unidades en relación a los trabajos/pedidos de bajo volumen. Esto sucede especialmente cuando los indirectos contienen un alto porcentaje de costes que no varía con el número de unidades producidas, pero sí con “lotes/costes” de fabricación y líneas de producto.

Además, el sistema de imputación de costes también es diferente en ambos sistemas. En el sistema ABC los centros de coste son los centros de actividad, desde donde los costes se reparten a los productos. En los sistemas de absorción de costes los centros de coste son sin embargo las unidades productivas. Es decir, mientras que en ABC los costes los genera la actividad o proceso productivo realizado, en los sistemas de absorción los costes los genera un departamento o centro físico de trabajo (en el que se puede realizar una, varias o ninguna actividad o proceso productivo).

Las gráficas a continuación muestran el proceso de imputación de costes en ambos sistemas y sus diferencias.

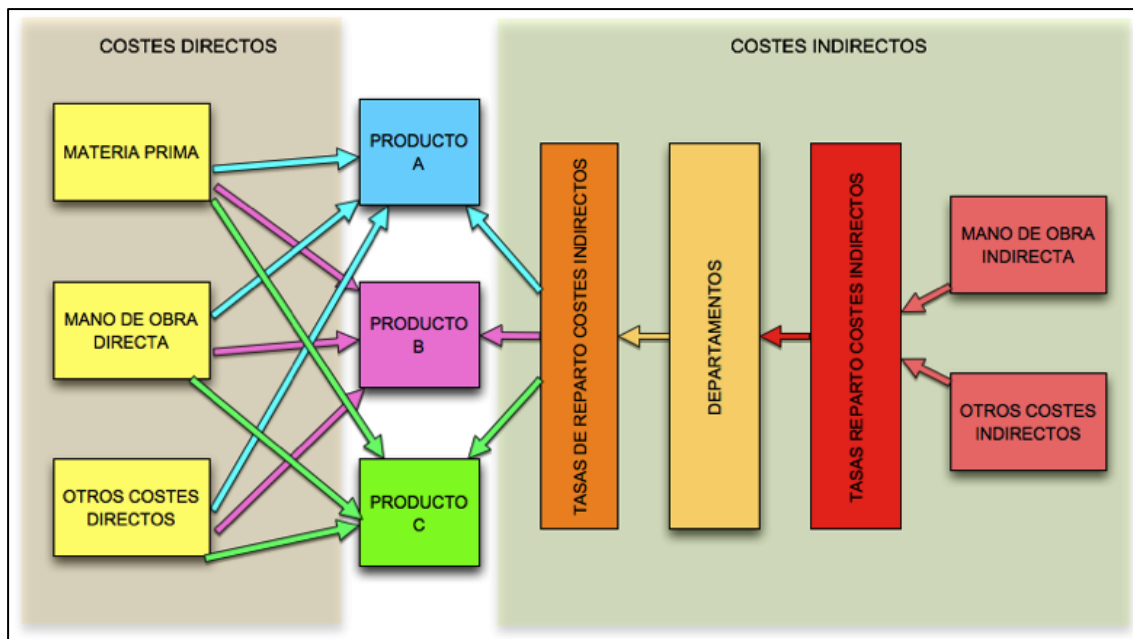


Ilustración 13.- Sistema costes absorción por proyecto

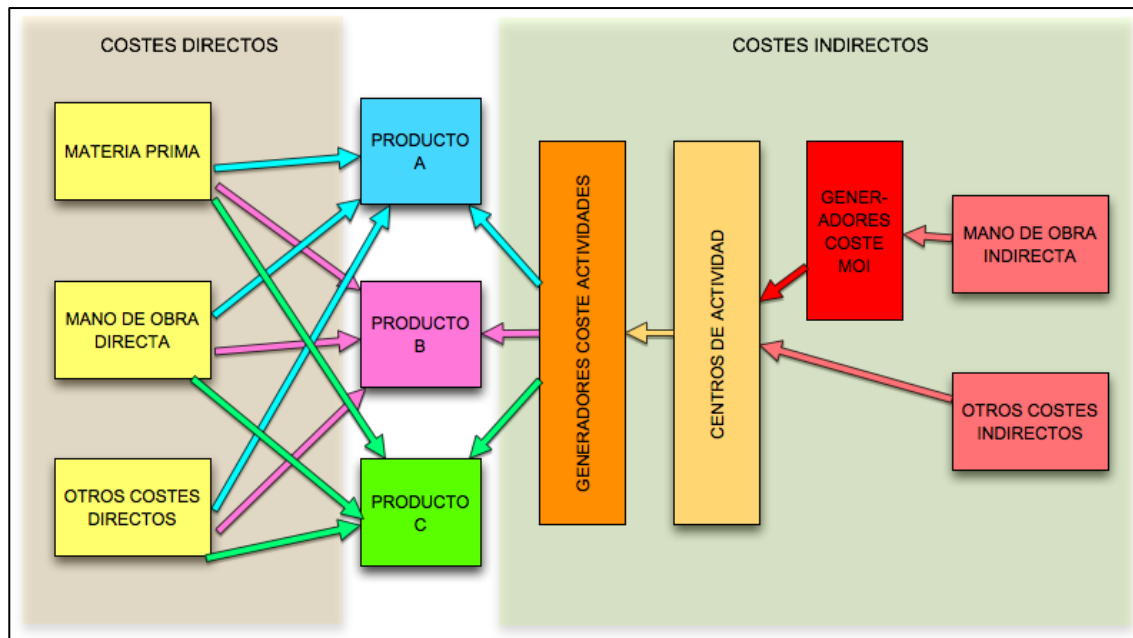


Ilustración 14.- Sistema costes ABC

Como se observa en las gráficas anteriores, el sistema de costes ABC traza los costes indirectos a las actividades que los generan, de donde se reparten a los productos

(buques en el caso que nos ocupa). Los generadores de coste y tasas de reparto empleados relacionan actividades productivas con productos.

El sistema de absorción de costes sin embargo traza los costes indirectos a centros productivos o departamentos, desde donde se reparten a los buques. Los generadores de coste y tasas de reparto empleados en este caso relacionan departamentos con productos. Existe una versión simplificada en la que los costes indirectos se trazan a los buques sin pasar por los centros productivos, de manera que los generadores de coste y tasas de reparto empleados en esta versión simplificada relacionan costes indirectos con productos.

El sistema de costes ABC se emplea principalmente en empresas con las siguientes características:

- Producen varios productos y éstos son de tipología variable.
- Tienen un alto porcentaje de costes indirectos en relación a los costes totales.
- Pertenecen a sectores con elevada competencia comercial.

El sistema ABC, que soluciona los problemas del sistema de absorción de costes, tiende sin embargo una desventaja: su coste de implementación y mantenimiento.

En su implementación, es necesario realizar una adecuada identificación de las actividades que integran el proceso productivo del buque, y definir quiénes serán los generadores de coste de cada una de las actividades. Ello redundará en una mayor precisión del sistema de control de costes, pero a mayor número de generadores, mayor coste del propio sistema. Hasta el punto de que el sistema ABC puede ser inviable en algunas organizaciones debido al coste de recoger y procesar de manera efectiva la gran cantidad de datos generados.

A la hora de elegir el sistema de control de costes a implementar, y especialmente cuando se trata de decidir si el sistema de costes ABC es adecuado para el astillero a pesar de su alto coste de implantación, es necesario plantearse las siguientes cuestiones:^{xi}

- ¿Son los costes indirectos significativos en relación a los costes directos? Si lo son, ABC es el sistema adecuado.

- ¿Se reparten los costes indirectos a los productos a través de uno o dos factores de reparto? Si lo hacen, ABC es el sistema adecuado.
- ¿El producto a fabricar es un producto completo y requiere múltiples y diferentes procesos y recursos? Si lo es, ABC es el sistema adecuado.
- ¿Son mayores los beneficios cuanto mayor volumen tienen los proyectos? Si lo son, ABC es el sistema adecuado.
- ¿Se considera que los costes calculados por contabilidad no son fiables? Si es así, ABC es el sistema adecuado.
- ¿Se contratan proyectos en los que se creía que el precio era alto y sin embargo se pierden otros en los que se creía que el precio era bajo? Si es así, ABC es el sistema adecuado.
- ¿Ha cambiado la empresa su sistema de costes después de haber sufrido cambios en su proceso productivo? Si no ha habido cambios, ABC es el sistema adecuado.

Si respondemos a las anteriores preguntas desde el punto de vista del astillero y pensamos en cualquiera de los astilleros analizados en el capítulo anterior, es evidente que el sistema ABC es totalmente aplicable.

Por último, el sistema de costes estándar, aplicado en combinación con cualquiera de los sistemas anteriores, permite obtener información importante para el análisis y toma de decisiones a nivel gerencial. Este sistema establece estándares que reflejan las condiciones productivas eficientes deseadas. Estos estándares son necesarios para una efectiva planificación y control de costes y ayudan a la medición del desempeño de los responsables de las unidades productivas.

En el proceso de control de costes de este sistema se establecen informes de varianzas, siendo las más habituales:

- Varianza de presupuesto total: $(AP \times AQ) - (SP \times SQ)$, donde:
 - AP: precio real unitario del elemento de coste
 - AQ: cantidad real del elemento de coste usada en el proceso productivo
 - SP: precio estándar unitario del elemento de coste

- SQ: cantidad estándar del elemento de coste usada en el proceso productivo
- Varianza de precio y uso de materiales directos:
 - Precio: $(AP \times AQ) - (SP \times AQ)$
 - Uso eficiente: $(SP \times AQ) - (SP \times SQ)$
- Varianza de m.o.d.:
 - Tasa de m.o.d.: $(AR \times AH) - (SR \times AH)$, donde:
 - AR: tasa horaria real
 - SR: tasa horaria estándar
 - AH: horas m.o.d. empleadas reales
 - Eficiencia m.o.d.: $(AH \times SR) - (SH \times SR)$, donde:
 - SH: horas m.o.d. empleadas estándar
- Varianza de indirectos:
 - Indirectos variables: $(AVAR \times AH) - (SVAR \times AH)$, donde:
 - AVAR: tasa actual de indirectos variables
 - SVAR: tasa estándar de indirectos variables
 - Indirectos fijos: $AFIJ - SFIJ$, donde:
 - AFIJ: indirectos fijos reales
 - SFIJ: indirectos fijos estándar

Las varianzas aportan información acerca de las desviaciones al presupuesto, al comparar los datos reales con los datos estimados/presupuestados de cada construcción o proyecto.

En combinación con el sistema ABC o el sistema de absorción de costes, el sistema de costes estándar permite el seguimiento y control de los costes en base al análisis de la información obtenida en su aplicación.

P2.2.2- SISTEMAS DE CONTROL DE COSTES DE LOS ASTILLEROS ESTUDIADOS

Antes de comenzar a enumerar las conclusiones de la información obtenida a partir de los tres astilleros estudiados, el primer comentario es que en los tres, hay bastante opacidad en cuanto a este tema. Ninguno muestra abiertamente su sistema y la manera en la que llevan a cabo el control de costes y los tres son reacios a suministrar cualquier tipo de información al respecto: hojas de seguimiento y control de costes tipo, sistema de reparto de costes indirectos,... Aunque en uno de ellos se observa al menos una línea de trabajo definida y perfectamente estructurada, en los otros dos el control y sobre todo la imputación de costes no es tan clara.

Esta opacidad se entiende dado que son datos sensibles y sujetos a múltiples interpretaciones, aunque ha dificultado la tarea de obtener la información necesaria para la realización de esta tesis, sobre todo teniendo en cuenta que la información suministrada es muy básica e insuficiente para entender el sistema de control de costes y analizar sus desviaciones con exactitud y fiabilidad.

En general, los sistemas de control de costes empleados en los astilleros estudiados no tienen una gran complejidad, ni de uso ni de diseño, y están soportados por aplicaciones informáticas “personalizadas” basadas en programas informáticos antiguos o bien en aplicaciones del paquete Office de Microsoft. Las aplicaciones basadas en Excel son las más utilizadas, seguidas de las de Access.

No se observa una implantación integrada de los ERP. En un primer principio puede pensarse que esto es debido a que los ERP en el mercado no se adaptan al funcionamiento del astillero, pero dado que estas aplicaciones tienen un tronco general y se personalizan para cada empresa usuaria adaptándose a su forma de trabajar, esta explicación no es válida, y no hay otra que justifique la no utilización de un sistema integrado de control. Es aún peor en el caso del astillero 2, en el que a pesar de contar con un sistema integrado desarrollado especialmente para el astillero, éste no es utilizado ni en lo que refiere a la emisión de informes ni a nivel más básico de recogida de datos. Todo el sistema de control se basa en hojas Excel desarrolladas por cada responsable, sin trabajar sobre una base de datos común, y con las

desviaciones/distorsiones a los que puede dar lugar este modo de trabajar con la información.

En general, los astilleros civiles coinciden en dar una mayor importancia al control de costes y a la búsqueda y adaptación continua de sus sistemas de gestión y control para dar con el sistema que les permita conocer de manera más fiable los costes que se generan en sus instalaciones, así como la identificación de las posibles desviaciones. Esto se explica por las características del sector en el que compiten, tendente a la reducción de costes originada por la entrada de competidores asiáticos y de Europa del este. Adicionalmente, no cuentan con subvenciones o clientes “prisioneros” como es el caso de los astilleros militares españoles (Defensa), por lo que es necesario para ellos no sólo controlar los costes a lo largo de todo el proceso para evitar desviaciones conducentes a pérdidas, sino también adoptar medidas de reducción de los mismos.

El interés fundamental del control de costes reside en el departamento productivo de estos tres astilleros, ya que es allí, dada la cantidad de materiales y mano de obra empleados, donde se producen más desviaciones y es más complicado establecer el control. La organización productiva y las instalaciones de cada uno van a determinar la casuística en el reparto de costes indirectos y en la imputación de los directos.

A pesar de que en la introducción de esta tesis identificábamos la figura clave del control de costes (el *controller*), en 2 de los 3 astilleros estudiados esta figura no existe, existiendo en uno de ellos (astillero 2) un responsable de control de gestión, figura similar al *controller* aunque con menos competencias. Esta figura, responsable del reporte mensual de los costes del proyecto y del análisis de las desviaciones, es sin embargo básica en las organizaciones fabriles de sectores tales como el automóvil, textil, construcción,...

En los astilleros estudiados, los gastos propios de las instalaciones (electricidad, amortizaciones,...) así como los originados por la mano de obra indirecta, se prorratan en el coste horario de la mano de obra directa, imputándose a cada proyecto en función de las horas de mano de obra directa que emplea, pero sin diferenciar gremios ni unidades productivas.

En los tres astilleros se emplean por tanto sistemas de control generalistas, basados en la imputación de mano de obra directa (único factor de reparto empleado en los dos

astilleros civiles estudiados, únicos que han proporcionado esta información) a proyecto como factor de ponderación en el reparto de gastos generales/indirectos a cada uno de los proyectos en curso.

El empleo de la mano de obra directa como factor de reparto introduce errores en el cálculo del coste de fabricación del buque de manera habitual, especialmente cuando los costes originados por la realización de operaciones con maquinaria se reparten en función de la mano de obra directa consumida. La causa de esta distorsión es el coste más elevado en términos de contribución a los gastos generales, de las operaciones con máquina, al introducir éstas costes de amortizaciones, mantenimiento correctivo y preventivo, energía,... El trabajo consistente en m.o.d. implica gasto en m.o.d. pero poca contribución a los gastos generales porque las operaciones o actividades que implican el trabajo de un elevado número de m.o.d. van acompañadas del uso de herramientas y equipos simples, con menores costes imputables a gastos generales que los generados por el mismo número de horas máquina.

En el astillero 1, el sistema de costes empleado es un sistema de reparto de costes indirecto que emplea la mano de obra como factor de reparto, y los costes indirectos y gastos generales de fabricación se reparten, por tanto, a las obras en función de las horas de mano de obra directa empleada en cada una de ellas. Esto es discutible si consideramos que la producción la realiza personal propio, sin intervención de mano de obra subcontratada, porque la m.o.d. no siempre es el generador de coste apropiado para el reparto de costes indirectos. Al entrar mano de obra ajena en el proceso de fabricación, se distorsiona aún más el reparto de los costes indirectos, ya que esta mano de obra no contribuye al reparto de gastos generales e indirectos al proyecto, pero sin embargo, al realizar su trabajo dentro de las instalaciones del astillero, participa en la generación de dichos costes: consumo de gases, agua, electricidad, consumibles, uso suelo industrial,...

De este modo, en proyectos con igual número teórico de horas de mano de obra directa presupuestadas, aquel en el que el volumen de subcontratación sea mayor soportará menos costes indirectos y gastos generales, pudiéndose dar el caso de que sin embargo hiciese mayor uso de los recursos indirectos de la empresa.

Para que se elimine esta distorsión, es necesario incluir junto con la capacidad de horas de mano de obra directa propias, la previsión de horas de mano de obra directa subcontratada anualmente a la hora de calcular el coste anual a aplicar de la mano de obra propia. Esto es algo que sí hace el astillero 2, aplicando una tasa sobre el coste de la mano de obra subcontratada que engloba a los costes indirectos repercutidos.

En ninguno de los 3 astilleros, con independencia de lo avanzado del sistema de control de costes empleados se tiene en cuenta que no todas las operaciones consumen la misma cantidad de recursos indirectos, de manera que el reparto que se efectúa de los recursos indirectos a los proyectos basándose en las horas de mano de obra directa, puede variar empleando otro sistema de reparto.

De hecho, este reparto de costes indirectos y generales de fabricación, no se hace a los centros de trabajo o unidades productivas, sino que se aplica directamente contra proyecto.

En los 3 astilleros se diferencian unidades productivas dentro del departamento de producción, sin que exista un control y una gestión de costes por unidad más que en el astillero 2 (en el astillero 1 se controlan rendimientos por unidad productiva, pero no costes). En los tres, la división y definición de unidades productivas se hace atendiendo a los procesos que en dichas unidades se desarrollan, pero en ningún caso a los costes que en ellas se generan, ya que incluso en el astillero 2, en el que se realiza una gestión de costes por unidad productiva, ésta se limita a los costes directos incurridos en dicha unidad, sin tener en cuenta los costes indirectos que se generan en la misma.

Así, para el reparto de costes indirectos de una unidad productiva, se mide el número de horas de mano de obra directa invertidas en dicha unidad, sin tener en cuenta otros factores, como las toneladas de acero neto producidas (TAN) o las horas máquina, de las que van a depender tanto los costes indirectos como los gastos generales de fabricación, tales como consumos eléctricos, amortizaciones o mantenimiento.

Si empleamos un ratio horas mano de obra directa versus TAN, estaremos limitando procesos que por sus características impedirían un eficiente reparto de costes si éste se realiza en función de la m.o.d., al no ser la mano de obra directa el factor de reparto adecuado.

Pongamos un caso concreto para ilustrar la desviación en la imputación de costes indirectos:

En una máquina de corte por plasma, se corta chapa de dos bloques, cada uno perteneciendo a un proyecto diferente:

- proyecto 1, en el que se emplea chapa de 40 mm de espesor,
- proyecto 2, en el que se emplea chapa de 15 mm de espesor.

Suponemos que las horas de corte son las mismas, 8 horas, y la mano de obra directa aplicada (personal que carga los anidados y maneja la máquina de corte durante el proceso) es también de 8 horas. Sin embargo, las toneladas cortadas para el proyecto 1 son mayores que las cortadas para el proyecto 2, de acuerdo con la tabla inferior.

Proyecto	Horas M.O.D	Horas Máquina	TAN
Proyecto 1 (40 mm)	8,00	8,00	80,00
Proyecto 2 (15 mm)	8,00	8,00	40,00

Tabla 8.- Horas m.o.d. vs horas máquina vs TAN

En una máquina de plasma, en general, la variación de velocidad de corte en función del espesor de chapa a cortar es mínima frente a la diferencia entre TAN cortadas de cada espesor. La velocidad, además, se ajusta con la intensidad en la antorcha. Así, un anidado en chapa de 40 mm se corta en tiempo muy similar a un anidado idéntico pero en chapa de 15 mm. La diferencia, más que en el tiempo empelado en el corte, estriba en los consumos (gastos generales de fabricación). A saber:

A mayor espesor de chapa:

+ intensidad de corte	+ consumo eléctrico + desgaste de las boquillas de corte + cantidad de desperdicios/residuos sobre la parrilla de corte - tiempo transcurrido entre actividades de mantenimiento: limpieza, sustitución de boquillas, regulación y calibración de cabezales,...
-----------------------	--

Ilustración 15.- Costes empleo de corte con plasma en sección corte

En un reparto en base a las horas de mano de obra directa, ambos proyectos soportarían los mismos costes, al ser igual en ambos proyectos el número de horas de mano de obra directa aplicadas.

Si cambiamos el factor de reparto por el de horas máquina, estaremos en el mismo caso, ya que éstas también son iguales para ambos proyectos.

Sin embargo, si introducimos una tercera variable, como es la variable compuesta de horas máquina versus TAN, el reparto de costes cambia. A mayor número de TAN cortadas, en el mismo número de horas de máquina, sabemos que aumentan los costes indirectos, por lo que, si:

TAN proyecto 1 vs horas máquina proyecto 1 > TAN proyecto 2 vs horas máquina proyecto 2



Contribución a costes generales e indirectos unidad corte plasma del proyecto 1	>	Contribución a costes generales e indirectos unidad corte plasma del proyecto 2
---	---	---

Ilustración 16.- Variabilidad costes según factores productivos

En el caso que nos ocupa, dado que las TAN vs horas máquina del proyecto 1 son el doble de las del proyecto 2, en el reparto de costes indirectos y generales de fabricación de la unidad de corte por plasma, el proyecto 1 debería soportar el doble de costes que el proyecto 2. Sin embargo, con un reparto basado en las horas de mano de obra directa o en las horas máquina aplicadas, ambos proyectos soportarían los mismos costes indirectos y generales.

Sin duda, este sistema de reparto, para esta unidad de fabricación particular, es mucho más exacto, pero siempre es necesario considerar un 3er factor: el coste que el sistema de control de costes tiene frente a los beneficios que de él se obtienen. ¿Es la desviación lo suficientemente importante como para justificar un control más exhaustivo? ¿Dispone el astillero de suficientes recursos o de un sistema de control dimensionado de manera que le permita el control exhaustivo requerido?

En numerosas ocasiones la dirección del astillero se queja del coste que esto supone, y el consiguiente problema de la obtención de los datos necesarios para alimentar el sistema. Sin embargo, no siempre es tan complicado, sobre todo con la existencia de los modernos sistemas de control.

Aunque es previsible el encontrar diferencias en la imputación de los costes indirectos y en su reparto al producto en los diferentes astilleros estudiados, no lo es tanto el encontrar diferencias en la imputación de los costes directos. Hay dos costes directos cuyo tratamiento difiere de un astillero a otro:

- La subcontratación, antes mencionada, que se trata como coste directo y dentro de los costes directos como m.o.d. (contabilizando número de horas y aplicando una tasa horaria) o como coste de material (contabilizando un coste total por paquete de trabajo sin desglosar o controlar el número de horas de m.o.d. invertidas).
- La materia prima. Si de acuerdo a los principios contables los sistemas de control de costes imputan los costes de materia prima cuando se produce el consumo de la misma, uno de los astilleros estudiados se salta el principio contable e imputa el coste de la materia prima al producto en el momento de la recepción de la misma.

El tema de la materia prima es un tema discutido no sólo en el astillero, sino también en múltiples empresas del sector siderometalúrgico.

Los ERP's y cualquier programa contable funciona con la premisa de que no hay coste imputable al proyecto mientras no hay consumo. Sin embargo, tanto en el astillero como en fábricas de otros sectores que trabajen bajo pedido, el pedido de materia prima y en el caso particular del astillero del acero (aunque sería aplicable a parte de los equipos) es único y diferente para cada tipo de buque, tanto por espesores como por calidades y formatos de chapa y perfil necesarios.

No existe el concepto de stock o inventario común de materia prima, ya que hasta que se recibe un pedido no se compra la materia prima necesaria para su fabricación, y ésta, rara vez se emplea o aprovecha en otra construcción, siendo frecuente la permanencia de sobrantes durante años en el almacén de materia prima a la espera de ser aprovechados.

Desde el punto de vista del control de costes es más correcto por tanto considerar que el coste se produce en el momento en que se recepciona la materia prima, a causa de esta condición de exclusividad de uso del material en su utilización.

Es curiosa la infrautilización de los ERPs que se produce en todos los astilleros estudiados. Se explica por las particularidades del proceso de diseño y fabricación de buques, objeto de la actividad. Especialmente en los buques civiles, se trata de proyectos únicos no seriados, cada uno con particularidades propias que los diferencian de los demás que se hayan ejecutado o estén en ejecución en paralelo, lo cual hace que la implantación de estos sistemas necesite tener en cuenta gran numero de singularidades a la hora de contribuir al control de costes y procesos productivos.

No hay tareas seriadas ni repetitivas, éstas varían con cada construcción e incluso dentro de una misma construcción (por ejemplo, en la elaboración de bloques los tiempos de realización de las tareas y por tanto sus costes dependerán de factores varios como espesor de chapa y los procedimientos de soldadura que determinarán las horas de m.o.d. necesarias para la soldadura, el tipo de consumibles y su cantidad. Estos factores dependen de la especificación técnica contractual, e incluso pueden variar entre zonas del mismo barco, al variar los espesores, la preparación de bordes, y por tanto la cantidad de metal de aportación).

No siempre estos sistemas se adaptan a estas particularidades, debido a que son programas fundamentalmente contables y en general orientados a procesos de fabricación seriados, presentando información no válida para el control y análisis de costes de una instalación fabril como el astillero.

Además, el funcionamiento de los ERPs se basa en el cálculo automático de los costes en base a información de partida almacenada en el sistema. Dado que hay una gran cantidad de procesos variables cada vez que se inicia un nuevo proyecto es necesario actualizar y/o modificar esta información almacenada. Hay además actividades afectadas de variables tan sensibles que su cálculo es *ad hoc*.

La adaptación de los ERPs a los procesos productivos de los astilleros implica elevados gastos de programación, que pocos astilleros acometen por su elevado coste y muchos menos consiguen los resultados esperados después de su desarrollo.

Pero hay un problema adicional, quizás el más importante: la no definición internamente de un sistema de control fiable y permanente en el tiempo contribuye a llevar al fracaso a este tipo de sistemas de gestión integrada en cuanto al control de costes y de procesos productivos se refiere. El punto de partida básico antes de la implantación de cualquier ERP es la definición de los procesos productivos, los tipos de costes generados, los generadores de coste y los factores de reparto de los costes indirectos asociados. Sin esa base perfectamente definida y analizada, la implantación nunca se realizará con éxito.

Para concluir, en base a lo expuesto, podemos afirmar que para determinar si un sistema de costes es adecuado al conjunto de procesos que interviene en la fabricación de un buque, es necesario comprender el funcionamiento de cada uno de los astilleros y conocer las instalaciones y los procesos que en ellas tienen lugar. En el próximo capítulo, y previo al diseño del sistema de control de costes para un astillero tipo, se definirá la planta de éste, analizando los procesos que en cada unidad productiva tienen lugar con el fin de obtener conclusiones relativas a los factores de coste predominantes en cada unidad y por tanto, al reparto óptimo de los costes.

Para finalizar este capítulo, como resumen del mismo, vamos a enumerar las conclusiones principales extraídas de los astilleros estudiados:

- En general, los astilleros civiles tienen un mejor control, posiblemente por el mercado en el que se mueven y las necesidades creadas de identificar qué costes corresponden a cada proyecto y por lo tanto a cada cliente.
- Los costes directos: mano de obra directa, materiales,...son imputados a proyecto, pero no hay uniformidad en cuanto a la imputación de los costes indirectos, ni acerca de qué costes son considerados indirectos.
- Todos los astilleros tienen un sistema propio de control, aún a pesar de que hayan recurrido a ERPs comerciales. Éstos, no terminan de implantarse satisfactoriamente.
- Cada astillero calcula el coste horario de la mano de obra con un método diferente, siendo el tratamiento de la subcontratación también diferente.
- La división y definición de unidades productivas atiende a los procesos que en dichas unidades se desarrollan, sin tener en cuenta los costes que en ellas se generan.
- El único factor de reparto de costes empleado es la mano de obra directa.
- Los costes comerciales y administrativos nunca se imputan a los proyectos, yendo directamente a resultados.
- El tratamiento de la subcontratación es diferente según el astillero: se integra como coste directo siempre, pero en algunos casos como m.o.d. y en otros como un coste de material más.
- La imputación de costes directos de materiales también difiere según el astillero.

P2.3- BASES DE TRABAJO PARA LAS PARTES 3 Y 4

Extraídas las conclusiones del estudio previo, hemos sentado las bases para el desarrollo de los últimos capítulos de la tesis:

- **Análisis de los sistemas de control de costes aplicables a un astillero.**

En la Parte 3 realizaremos un análisis detallado del comportamiento de los dos sistemas seleccionados, control de costes por proyecto y ABC, en relación a la imputación de costes y en especial al reparto de los costes indirectos al producto.

Después del análisis de los datos obtenidos en fase de investigación, y del estudio teórico de los sistemas de control de costes, sabemos que los astilleros emplean un sistema de costes por proyecto en su versión más simple, con un solo factor de reparto. Sabemos que es un sistema inadecuado para el control de costes debido fundamentalmente a la complejidad del producto. T. S. Dudick^{xii} explicaba ya en 1990 el por qué los productos altamente tecnificados y complejos (como los buques) exigen un sistema de costes basado en el coste de las tareas para obtener un valor fiable del coste total de su fabricación.

- **Desarrollo del sistema de control de costes de un astillero**

Toda la información recabada nos permitirá desarrollar un sistema de control de costes aplicable al astillero, aportando:

- Estructura organizativa necesaria;
- Sistemática y herramientas de control, teniendo en cuenta la poca eficacia/eficiencia en el uso de ERPs para el control de costes;
- Sistema y particularidades a implementar: grupos de costes, bases de reparto, tasas de indirectos,...

PARTE 3 – CONDICIONES DE PARTIDA PARA EL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE COSTES

Objetivos Parte 3:

Definición de las condiciones de partida para el desarrollo de un sistema de control de costes de aplicación a astilleros:

Astillero tipo base de trabajo (definición de instalaciones, departamentos y unidades productivas)

Sistema de control de costes idóneo

Tabla de contenido Parte 3:

PARTE 3 – CONDICIONES DE PARTIDA PARA EL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE COSTES	107
P3.1.- INTRODUCCIÓN A LA PARTE 3	109
P3.2.- ASTILLERO TIPO E INSTALACIONES	110
P3.3.- SISTEMA DE CONTROL DE COSTES IDÓNEO	115
P3.4.- ANALISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COSTES PROPUESTOS	118
<i>P3.4.1.- Datos de partida</i>	<i>120</i>
<i>P3.4.2.- Simulaciones</i>	<i>134</i>
<i>P3.4.2.1.- Simulaciones sobre previsión de costes totales</i>	<i>135</i>
<i>P3.4.2.2.- Simulaciones sobre sensibilidad de variables</i>	<i>141</i>
P3.5.-CONCLUSIONES	147

**Índice de tablas Parte 3:**

<i>Tabla 9.- Datos de partida</i>	<i>121</i>
<i>Tabla 10.- Escenario Caso 1 (Absorción de costes, un único factor de reparto)</i>	<i>126</i>
<i>Tabla 11.- Escenario Caso 2 (absorción de costes con varios factores de reparto)</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 12.- Escenario Caso 3 (ABC con un único factor de reparto)</i>	<i>130</i>
<i>Tabla 13.- Escenario Caso 4 (ABC con varios factores de reparto)</i>	<i>132</i>
<i>Tabla 14.- Valores resumen costes totales</i>	<i>135</i>
<i>Tabla 15.- Diferencias valores costes totales entre sistemas</i>	<i>136</i>
<i>Tabla 16.- Diferencia media en el coste total del producto entre escenarios según número de factores de reparto</i>	<i>147</i>
<i>Tabla 17.- Diferencia media en el coste total del producto entre escenarios según el sistema de control de costes empleado</i>	<i>147</i>

P3.1.- INTRODUCCIÓN A LA PARTE 3

Esta tercera parte de la tesis tiene como objetivo la definición de los elementos previos al desarrollo de un sistema de control de costes para un astillero. Estos elementos son dos:

- **Planta del astillero.** La elección de la planta tipo del astillero es necesaria porque la definición de los parámetros del sistema de control de costes, tales como generadores de coste, costes directos, costes indirectos,... se basa en los centros productivos o departamentos que integran la planta del astillero y en las actividades productivas que en ellos se llevan a cabo. Podemos afirmar que los parámetros de control fijados para el sistema de control de costes elegido estarán altamente influenciados por las instalaciones o planta de que consta el astillero.

La definición de la planta no busca en ningún caso la optimización de los costes, sino simplemente la identificación de los posibles y habituales centros de producción y costes de astilleros actuales. Por tanto, en su definición, se toman como referencia las instalaciones de los astilleros estudiados, pero en ningún caso se opina o se valora la eficiencia de las mismas.

- **Sistema de costes idóneo.** La elección del sistema de costes más adecuado para un astillero se realiza a partir de los posibles sistemas de costes a emplear, analizando ventajas y desventajas de cada uno de ellos y preseleccionando los dos más adecuados al propósito perseguido.

El análisis incluye un estudio de los dos sistemas preseleccionados a fin de comprobar cuál de los dos es más fiable en el control de los costes generados en la construcción de un buque.

P3.2.- ASTILLERO TIPO E INSTALACIONES

La definición del astillero tipo es fundamental para la definición del sistema de control de costes a emplear y su desarrollo. La planta del astillero y las instalaciones que en ella se integran, definen la capacidad del mismo, y la capacidad es quien determina su nivel de costes fijos.

Los costes fijos suelen denominarse costes de establecimiento porque se generan con la simple apertura de la empresa. En el astillero, estos costes tiene un margen de variabilidad en función de la producción, y así son máximos en condiciones de producción máxima (trabajos a tres turnos, siete días a la semana, cincuenta y dos semanas al año) y mínimos en condiciones de producción mínima o nula. No obstante, es necesario precisar, que por las características de las instalaciones productivas necesarias para un astillero, la horquilla de valores mínimos y máximos no es excesivamente amplia, pues los costes fijos son siempre altos aún en condiciones de producción nula.

Vamos a definir por tanto las instalaciones del astillero tipo y a partir de éstas, la capacidad del mismo en términos de horas de mano de obra directa, horas de máquina y toneladas de fabricación.

1. Zona parque de materiales

La zona de parque de materiales se divide en dos áreas de almacenamiento, una para el acopio de acero, y otra para el acopio de equipos y materiales menudos:

Área 1. Parque de materiales.

El parque de materiales está destinado al almacenamiento de materiales laminados y a la alimentación a los talleres. Se divide en dos zonas:

- Zona de muelle, para la descarga de chapas y perfiles, dotado de los medios de elevación y traslación necesarios para la descarga y manipulación de los productos siderúrgicos.

- Zonas de parque de materiales, para almacenamiento de chapas y perfiles, dotadas ambas asimismo de medios de elevación y traslación para la descarga y manipulación del acero (movimiento interno dentro del parque y transferencia al taller).

Área 2. Almacén general.

Destinado a la recepción y almacenamiento de los materiales (a excepción de chapas y perfiles) tales como equipos y materiales menudos.

2. Zona fabricación

Área 3. Taller de elaboración.

El taller de elaboración consta de maquinaria diversa tanto para chapa como perfiles, así como de medios de elevación para manipulación del material en su interior. Consta de las siguientes zonas:

- Zona de chorreado de materia prima. Zona destinada al chorro de material previo a su elaboración y dotada de medios de elevación y manipulación del material así como de chorreadoras automáticas.
- Zona de corte y biselado de chapa. Esta zona está dedicada al corte y biselado de chapa. Para ello dispone de maquinaria específica (máquinas de corte por plasma, oxicorte,...) y medios de elevación y manipulación del material.
- Zona de corte y biselado de perfiles. Esta zona está dedicada al corte y biselado de perfiles. Para ello dispone de maquinaria específica (sierra-taladro, oxicorte,...) y medios de elevación y manipulación del material.
- Zona de conformado de chapa. En esta zona se realizan los trabajos de conformado de chapa (cilindrado, plegado, conformado en caliente,...), para lo cual está dotada de la maquinaria y medios auxiliares necesarios.
- Zona de conformado de perfiles. En esta zona se realizan los trabajos de conformado de perfiles (curvado en frío o caliente), para lo cual está dotada de la maquinaria y medios auxiliares necesarios.

Área 4. Taller de previas.

El taller de previas consta de máquinas y útiles necesarios para el armado y la soldadura automatizada de previas y paneles, así como de medios de elevación para posicionamiento y desplazamiento del material y elementos prefabricados en su interior.

Área 5. Taller de fabricación de bloques.

En el taller de fabricación de bloques las previas prefabricadas en el taller de previas se agrupan, arman y sueldan para formar bloques. Además de maquinaria y útiles diversos el taller cuenta con medios de elevación y traslación.

Área 6. Gradas.

El astillero tipo dispone de al menos 2 gradas para la construcción de 2 ó más buques en paralelo (dependiendo de la longitud de las gradas y de los buques a construir), con los medios de elevación necesarios para el posicionamiento de los bloques.

Área 7. Muelles.

La línea de muelle del astillero tipo debe permitir el amarre de al menos 4 buques de manera simultánea, así como disponer de grúas para la carga y descarga de material y otros suministros entre los buques y el muelle.

Área 8. Taller de tubos.

El taller de tubos dispone de maquinaria para la fabricación de tubos para montar a bordo de bloques y buques, así como de los medios de elevación necesarios para la manipulación del material. Consta de dos zonas:

- Zona de corte y conformado de tubería. En esta zona se procede al corte, curvado y biselado de la tubería.
- Zona de prefabricado. En esta zona se procede a la soldadura de la tubería y demás accesorios que integran cada tubo. Taller de módulos.

Área 9. Taller de módulos.

El taller de módulos se emplea para el premontaje de módulos de tubería a instalar abordo en grada o muelle. Dispone de medios de elevación para el montaje, así como de maquinaria de soldadura.

Área 10. Cabinas de chorro y pintura

La instalación de las cabinas de pintura consta de dos zonas diferenciadas:

- Zona de chorro e imprimación. Formada por el espacio de las cabinas destinado al chorreado de bloques y a la aplicación de la capa de imprimación.
- Zona de repintado. Formada por el espacio de las cabinas destinado a la aplicación de las sucesivas capas de pintura hasta completar el esquema de pintura a aplicar a los bloques.

Ambas zonas constan de puentes grúa y carros de traslación para la manipulación de los bloques.

3. Zona servicios auxiliares de fabricación

Área 11. Oficinas

El área de oficinas consta del edificio de oficinas, donde se encuentran los siguientes departamentos:

- Dirección.
- Planificación y Control.
- Comercial y Proyectos.
- Ingeniería:
 - Anteproyecto
 - Básica
 - Detalle
 - Ingeniería de producción
- Compras y almacenes.
- Producción.

- Calidad, Prevención y Medioambiente.
- Planta.
- RR.HH.
- Económico-Financiero.
- Jurídico.

Área 12. Varios

Esta área está constituida por dos zonas: la zona de depósitos de combustible y gases, y la de los centros de transformación principales para alimentación de los equipos eléctricos.

Área 13. Medios auxiliares.

Pórtico, grúas, plataformas, carretillas y uñetas con capacidad para izar y desplazar grandes pesos que dan servicio a naves, gradas y muelles; así como para transporte de materiales tanto interior a las naves de fabricación y auxiliares como exterior.

P3.3.- SISTEMA DE CONTROL DE COSTES IDÓNEO

El sistema de control de costes a implementar en una empresa debe tener en cuenta:

- Las características de la empresa;
- El sector de actividad en el que opera la empresa;
- Los objetivos que pretende alcanzar con el sistema;
- La necesidad de información;
- La información disponible;
- El coste que está dispuesto a soportar por el sistema de control de costes.

Así, en el caso particular del astillero:

- La empresa astillero es una fábrica que produce un producto único para la fabricación del cual combina un alto contenido de mano de obra, tanto directa como indirecta, y tecnologías productivas avanzadas.
- El sector en el que opera la empresa está sujeto a variaciones significativas de precios en función del destino del buque: sector oil & gas, transporte de mercancías líquidas o graneles,...Es por ello que factores como el cambio €/\$, precios de fletes, petróleo,... tienen un impacto directo en la actividad comercial y contratación de la empresa.
- El objetivo del astillero es controlar de manera exhaustiva los costes desde el momento del inicio de cada proyecto, para evitar desviaciones presupuestarias (que por el importe de la venta de cada unidad pueden producir pérdidas significativas de no detectarse a tiempo) y para repercutir a cada unidad los costes reales generados durante su fabricación, sabiendo en todo momento el coste de cada buque (para su utilización en la realización de ofertas de buques similares).
- La información es necesaria principalmente para uso interno. En los casos en los que el astillero es una empresa participada, los informes a los accionistas se basan en la contabilidad financiera, de igual modo que las cuentas anuales auditadas (obligadas por el volumen de negocio del astillero) y la información fiscal a producir con carácter periódico.

- La información de la que puede disponerse en la actualidad es numerosa y precisa. Debido a la introducción de tecnologías como el diseño 3D con programas inteligentes, y la maquinaria con control numérico tanto para corte como para soldadura, es posible tener información fiable y precisa de listas de materiales, horas de trabajo y ratios diversos de producción. Los sistemas de control de RR.HH. implementados en la mayoría de las empresas permiten asimismo un control exhaustivo de las horas trabajadas tanto por los recursos directos como por los indirectos.
- El coste que se quiera asumir es el factor clave en la elección del sistema de control de costes y en su grado de implementación y fiabilidad. La información que es posible recabar y procesar es tanta, que su tratamiento y control exige una alta inversión tanto en medios informáticos (hardware y software) como en mano de obra (personal administrativo). La peculiaridad del astillero, que combina un alto porcentaje de mano de obra al tiempo que avanzadas tecnologías para la fabricación de productos siempre diferentes, hace que todos los sistemas comerciales tipo ERP orientados al control de costes no sean aptos para su empleo en la empresa. El alto coste de adaptación de las versiones comerciales hace que especialmente en grandes astilleros se opte por el diseño y programación de sistemas informáticos *ad hoc* para el control de costes.

En la P2 de la tesis, tras el análisis de los sistemas de control de costes existentes y en relación a su aplicabilidad al astillero, se identificaron como sistemas válidos para el control de costes en este tipo de instalación productiva los siguientes:

- Sistema de control de costes por órdenes de fabricación. Este sistema es el más empleado en los astilleros estudiados, en su variante de reparto de costes indirectos con un único coeficiente de reparto, la mano de obra directa.
- Sistema de control de costes basado en actividades o ABC.

Ambos sistemas tienen ventajas e inconvenientes, como se ha visto en la P2 al analizar las conclusiones del estudio previo.

Hay un tercer sistema a aplicar conjuntamente con los dos anteriores, el sistema de costes estándar. Más que al control de costes en sí mismo, el sistema de costes estándar



está orientado al seguimiento de los mismos dentro de los proyectos en ejecución, y a la identificación y análisis de desviaciones.

En la P1 de la tesis se describieron brevemente todos los sistemas de coste, y en la P2 se analizó su aplicación al astillero, definiendo los 3 sistemas enunciados anteriormente como sistemas de aplicación a este tipo de negocio. En esta parte de la tesis, a partir del análisis de los sistemas de coste seleccionados (control de costes por órdenes de fabricación y ABC, el sistema de costes estándar es aplicable en combinación cualquiera de los dos sistemas anteriores) estudiaremos su comportamiento en el control de costes de un astillero.

P3.4.- ANALISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COSTES PROPUESTOS

El análisis de resultados obtenidos a partir de los sistemas de control de costes seleccionados se realiza con el software Crystal Ball.

Crystal Ball es un software propiedad de ORACLE empleado mundialmente en el análisis de riesgos. El software Crystal Ball trabaja en combinación con hojas de cálculo Excel (Microsoft) ayudando al usuario al desarrollo de complejas estimaciones temporales y de coste.

El objetivo de la simulación de Monte Carlo es la recreación a través de modelos matemáticos el comportamiento aleatorio de un sistema real.

Crystal Ball genera una horquilla de valores posibles y una distribución de probabilidad asociada a dicha horquilla. El programa escoge entonces un valor para cada parámetro dentro de la horquilla, de acuerdo con la distribución de probabilidad, repite el proceso tantas veces como sea necesario y a continuación ordena los valores obtenidos de menor a mayor. Esta lista de valores sirve de base para los cálculos estadísticos.

El programa Crystal Ball está basado en el método de Monte Carlo. El nombre de Monte Carlo proviene de la ciudad monegasca famosa por sus casinos, donde la probabilidad y el comportamiento aleatorio son la base del juego.

La simulación de Monte Carlo combina conceptos estadísticos (muestreo aleatorio) con la capacidad actual de los ordenadores para generar números pseudo-aleatorios y automatizar cálculos.

La creación del modelo matemático es la parte central y de mayor importancia de la simulación. En ella se identifican las variables cuyo comportamiento aleatorio determina el comportamiento global del sistema. Una vez creado el modelo, se generan muestreos aleatorios para las variables identificadas y se analiza el comportamiento del sistema ante los valores generados. Cuanto mayor sea el número de muestreos más preciso será el resultado obtenido.

El método de Monte Carlo se aplica en un numerosos ámbitos tales como el informático, empresarial, económico, industrial,... entre los ejemplos de uso de Crystal Ball relacionados con el control de costes se encuentran los siguientes:

- Proyecciones de presupuestos costes;
- Análisis de presupuestos;
- Proyecciones de estimaciones de costes;
- Análisis de cash-flow;
- Análisis de proyectos/negocios;
- Análisis de riesgos para decisiones estratégicas.

El empleo de Crystal Ball en esta tesis tiene la finalidad de analizar las desviaciones de cada uno de los sistemas de control de costes seleccionados en el cálculo del coste de fabricación de un mismo buque.

P3.4.1.- DATOS DE PARTIDA

En el análisis de los sistemas de control de costes propuestos se plantean 4 casos a estudiar:

- Sistema de control de costes por órdenes de trabajo o pedido, con dos variantes:
 - Un solo generador de costes (mano de obra directa)
 - Varios generadores de costes
- Sistema de control de costes basado en actividades (ABC), también con dos variantes:
 - Un solo generador de costes (mano de obra directa)
 - Varios generadores de costes

Para ello, se crea un escenario que simula una hoja de asignación de costes a productos en curso. Son 6 proyectos ficticios, de los que se establecen los costes directos divididos en materiales, mano de obra directa (m.o.d.) y subcontratación; los costes indirectos de fabricación o gastos generales de fabricación y los costes indirectos de estructura o gastos generales del periodo.

El escenario creado es muy sencillo a los efectos de obtener datos que nos permitan comparar el comportamiento de los costes por proyecto con cada uno de los modelos a estudiar, y se centra en los costes productivos más importantes:

- m.o.d.,
- gastos generales de fabricación, con detalle de costes de mantenimiento de las instalaciones productivas, epis, consumos y m.o.i.,
- gastos del periodo.

En el afán de simplificación del modelo empleado en la simulación, el sistema de control de costes por proyecto con varios generadores de coste se asemeja al sistema de costes ABC al aplicar los mismos generadores de coste a la práctica totalidad de las partidas de costes indirectos a repartir. Las actividades definidas en el sistema ABC son asimismo

prácticamente coincidentes con los departamentos o centros de coste del sistema de absorción de costes, de ahí la similitud de los resultados obtenidos.

	EE100007	EE110001	EE110005	EE130004	EE150001	EE150002
Costes directos:	1.230.000	431.000	120.000	1.337.000	2.350.000	591.000
Materiales	748.568	321.666	0	404.844	1.614.659	347.075
Mano de obra directa	181.432	42.334	0	83.156	423.341	91.925
h	12.000	2.800	0	5.500	28.000	6.080
€	181.432	42.334	0	83.156	423.341	91.925
Subcontrataciones y servicios	300.000	67.000	120.000	849.000	312.000	152.000
Costes indirectos:	1.345.534					
Mano de obra indirecta	459.650					
Mantenimiento	85.766					
Almacenes	31.104					
Producción	342.780					
Mantenimiento instalaciones productivas	442.942					
Consumos electricos y gases	361.000					
Epis	8.525					
Herramientas y pequeño utillaje	73.417					
Costes del período o gastos generales de estructura:	1.451.866					
Costes financieros	240.736					
Costes varios	439.962					
Costes Administracion, RR.HH. e I+D+i	182.405					
Costes personal directivo	588.763					

Tabla 9.- Datos de partida

El modelo de costes empleado en las simulaciones es por tanto un modelo simplificado, que no incluye todos los costes en los que se desglosa el presupuesto de un proyecto sino aquellos que son significativos en el estudio. Estos costes son los siguientes:

1. Costes directos:

- M.o.d.: la mano de obra directa, tanto en horas como en euros se muestra es sus valores totales, sin diferenciar entre m.o.d. de ingeniería y m.o.d. de producción, al no ser dicha diferenciación relevante para esta primera simulación.
- Materiales: se incluye aquí el importe total de compra de acero, equipos, cables,...
- Subcontratación: incluye los trabajos o actividades subcontratados, con o sin aporte de material y/o herramientas.

En los escenarios correspondientes a cada caso se pueden comprobar los costes directos de los que consta cada producto o buque. En el caso de uno de los proyectos, el

EE110005, sólo consta de costes de subcontratación, al objeto de comprobar el impacto de la subcontratación en el reparto e imputación de costes indirectos al proyecto.

2. Costes indirectos:

Los costes indirectos están constituidos por los gastos generales de fabricación y los gastos generales del periodo. Los gastos generales, siendo necesarios para la explotación de una empresa, no están relacionados con el producto resultante de dicha explotación de una manera directa.

- Gastos generales de fabricación:
 - M.o.i.: desglosada por los conceptos de:
 - M.o.i. de producción: incluye a encargados y jefes de las distintas unidades productivas.
 - M.o.i. de mantenimiento: costes del personal dedicado al cuidado de las instalaciones.
 - M.o.i. compras y almacenes: coste del personal dedicado a las compras y a la gestión y control de los almacenes del astillero.
 - Mantenimiento de las instalaciones: costes del mantenimiento, ya sea interno o externo, correctivo, preventivo o legal, de las instalaciones productivas. Los costes internos incluyen sólo los materiales empleados, mientras que los externos pueden incluir también m.o. subcontratada. Al aplicar a mantenimientos preventivos, correctivos y legales es una de las partidas de indirectos más importantes.
 - Epis: el coste de los equipos de protección individual es una partida muy pequeña dentro del volumen de costes indirectos. Se emplea en la simulación como variable de control en la interpretación de los resultados de la simulación.
 - Coste de suministro eléctrico y de gases: otra partida importante dentro de la bolsa de costes indirectos, no sólo por su volumen o peso dentro del total de costes indirectos, sino también por su variabilidad, al estar sujeto a una volatilidad de precios importante, normalmente al alza.

- Gastos generales del periodo:
 - Costes financieros: intereses de préstamos y créditos, avales,...
 - Costes varios: comunicaciones, seguridad, limpieza,...
 - Costes administración, RR.HH., I+D+i: costes de servicios generales.
 - Costes de personal directivo: coste salarial del personal directivo del astillero.

Los gastos generales son una parte muy importante de los costes totales, y son más difíciles de controlar que los costes directos, además de controlarse de manera diferente a éstos. En la medida en que se comporten como costes variables, será posible controlarlos con estándares y aplicando análisis de desviaciones. En caso contrario, será más difícil su control.

Como ejemplo, el uso de maquinaria. La automatización del proceso productivo da lugar a una reducción del número de horas de m.o.d. (y por tanto del coste de m.o.d.) a costa de aumentar los gastos generales. Éstos, tendrán una parte fija (las amortizaciones de las máquinas, el coste de alquiler o leasing de las mismas,...) y una parte variable (el coste del mantenimiento preventivo y correctivo). Cuando mayor sea la cantidad de maquinaria empleada en el proceso productivo mayor será el coste de mantenimiento de la misma, y por tanto más elevados serán los gastos generales, debiendo elegir un coeficiente de reparto que permita una asignación de estos costes a los productos de manera equitativa.

En los casos 1 y 3 de la simulación sólo se emplea un coeficiente de reparto de costes indirectos a los productos, que es la mano de obra directa. La m.o.d. es el coeficiente de reparto utilizado por los astilleros estudiados, de ahí su elección en los casos correspondientes a sistemas de control de costes con un único coeficiente de reparto de costes indirectos, a fin de comprobar su fiabilidad en el control de los costes.

En la simulación del caso 1, todos los costes indirectos, tanto los generales de fabricación como los del periodo se reparten en función de las horas de m.o.d. de cada proyecto. En la simulación del caso 3, los costes indirectos se reparten en primer lugar a actividades generadoras de coste, y de ahí, a los proyectos a través de un único coeficiente de reparto para todas las actividades agrupadoras de costes indirectos.

Para decidir que coeficiente de reparto aplicar a las partidas de costes indirectos en los casos 2 y 4 (casos con varios coeficientes de reparto), el primer paso es la clasificación de los costes indirectos operaciones productivas o por actividades respectivamente. Esta clasificación facilita el reparto de los costes ya que permite asignar un coeficiente de reparto a cada grupo relacionado con la actividad u operación que genera el grupo de coste a repartir a los proyectos. En la elección de este coeficiente es necesario tener en cuenta:

- La causa de la variabilidad de los costes a repartir, ya que el coeficiente a utilizar debe guardar relación con dicha causa.
- La idoneidad del control sobre el coeficiente seleccionado. Así, un coeficiente que se base en la m.o.d., variará según el nivel de eficacia de la m.o.d. en cada proyecto.
- La independencia de la unidad de actividad seleccionada. Preferentemente debe evitarse la utilización de variables económicas que podrían verse afectadas por variaciones de precio, alterando así el reparto.
- La facilidad de comprensión.

Se han elegido, en base a lo anterior, los siguientes coeficientes:

- Caso 2:
 - Reparto de gastos generales de fabricación:
 - M.o.i. de producción: nº de horas de m.o.d.
 - M.o.i. de mantenimiento: nº de horas máquina
 - M.o.i. de compras y almacenes: nº de órdenes de trabajo
 - Mantenimiento instalaciones productivas: nº de horas máquina
 - Electricidad y gases industriales: $3 \times \text{nº de horas máquina} + \text{nº de horas de m.o.d.}$
 - Epis: nº de horas de m.o.d.
 - Herramienta y pequeño utillaje: nº de horas de m.o.d.
 - Reparto de gastos del periodo: Los gastos del periodo se reparten en función de m.o.d.

- Caso 4:

Los gastos indirectos se agrupan según centros de actividad u operaciones, así:

- M.o.i. de producción, consumos eléctricos y de gases, epis y herramienta y pequeño utillaje, forman un grupo de coste (fabricación) para el que el coeficiente de reparto es la m.o.d.
- M.o.i. de mantenimiento y mantenimiento de instalaciones productivas forman otro grupo de coste (mantenimiento) cuyo coeficiente de reparto son las horas máquina.
- M.o.i. de compras y almacenes forma un grupo de coste (almacenes) cuyo generador de coste es el número de órdenes de trabajo.
- Los gastos generales del período forman un único grupo de coste, cuyo generador es las horas de m.o.d.

En la simulación con Crystal Ball los datos se agrupan en^{xiii}:

- **Variables de suposición** (verde en las tablas), son celdas de datos que contienen variables de las que no tenemos la certeza de su valor. Son variables independientes.
- **Variables de decisión** (amarillo en las tablas), son celdas que contienen variables cuyo valor varía dentro de un rango de valores predefinido.
- **Previsiones** (azul en las tablas), son variables dependientes de las variables anteriores que proporcionan posibles valores de resultado en función de los valores de las variables de suposición, decisión y otras de las que dependen.

Los datos principales de cada uno de los casos estudiados en la simulación de Crystal Ball son los siguientes:

CASO 1 (ESCENARIO 1)

Sistema de control de costes por órdenes de trabajo o pedido con un único coeficiente de reparto de costes indirectos.

	EE100007	EE110001	EE110005	EE130004	EE150001	EE150002	Totales	Generador coste	
Costes directos:	1.317.704	480.003	120.000	1.374.048	2.561.699	636.969	6.490.423		
Materiales	748.568	349.499	0	404.844	1.614.659	347.075	3.464.644		
Mano de obra directa	269.136	63.504	0	120.204	635.040	137.894	1.225.778		
h	17.800	4.200	0	7.950	42.000	9.120	81.070		
€	269.136	63.504	0	120.204	635.040	137.894	1.225.778		
Subcontrataciones y servicios	300.000	67.000	120.000	849.000	312.000	152.000	1.800.000		
Costes indirectos:	320.838	75.703	0	143.296	757.034	164.385	1.461.256	18,02	MOD
Mano de obra indirecta							575.372		
Mantenimiento							85.766		
Almacenes							31.104		
Producción							458.502		
Mantenimiento instalaciones productivas							442.942		
Consumos eléctricos y gases							361.000		
Epis							8.525		
Herramientas y pequeño utillaje							73.417		
Costes del período o gastos generales de estructura:	265.920	62.745	0	118.767	627.451	136.246	1.211.130	14,94	MOD
Costes financieros							240.736		
Costes varios							439.962		
Costes Administración, RR.HH. e I+D+i							182.405		
Costes personal directivo							588.763		
Total costes (incluyendo del período):	1.904.462	618.452	120.000	1.636.111	3.946.184	937.600	9.162.808		
Total costes (directos + indirectos):	1.638.542	555.706	120.000	1.517.343	3.318.733	801.353	7.951.679		

Tabla 10.- Escenario Caso 1 (Absorción de costes, un único factor de reparto)

Las características de este caso son:

- El coeficiente de reparto de los costes indirectos al producto son las horas de mano de obra directa (m.o.d.)
- Las variables de decisión son las horas de m.o.d., los costes indirectos de mano de obra indirecta (m.o.i.) de producción, y los costes indirectos de mantenimiento de instalaciones productivas.
- Para todas las variables de decisión se considera un rango de valores de -10% +50%
- El paso considerado es de 1.000 para los valores de horas de m.o.d. y 10.000 para los valores de costes indirectos de m.o.i. de producción y mantenimiento de instalaciones productivas.
- Las variables de suposición son los costes de materiales los costes de subcontratación, los costes indirectos de m.o.i. de mantenimiento y de almacenes y compras, los costes de consumos eléctricos y gases, los costes de epis, los costes de herramientas y pequeño utillaje, los costes financieros, los

costes varios, los costes de administración, RR.HH. e I+D+i, y los costes de personal directivo.

- Las variables de suposición son distribuciones uniformes con horquilla de valores -10% +10%.
- Las previsiones son el total de costes indirectos por proyecto, el total de costes del periodo por proyecto, el total de costes (directos + indirectos), el total de costes (incluyendo los del periodo) y el coeficiente de reparto en función de las horas de m.o.d.

CASO 2 (ESCENARIO 2)

Sistema de control de costes por órdenes de trabajo o pedido con varios coeficientes de reparto de costes indirectos.

	EE100007	EE110001	EE110005	EE130004	EE150001	EE150002	Totales	Generador coste
Costes directos:	1.230.000	480.000	120.000	1.374.042	2.561.670	636.963	6.402.676	
Materiales	748.568	349.499	0	404.844	1.614.659	347.075	3.464.644	
Mano de obra directa	181.432	63.501	0	120.199	635.011	137.888	1.138.031	
h	12.000	4.200	0	7.950	42.000	9.120	75.270	
€	181.432	63.501	0	120.199	635.011	137.888	1.138.031	
Subcontrataciones y servicios	300.000	67.000	120.000	849.000	312.000	152.000	1.800.000	
Horas máquina (HM)	4.000	0	0	3.520	7.776	2.916	18.212	
Número órdenes trabajo (NOT)	130	5	0	210	240	40	625	
Costes indirectos:	291.352	39.725	0	236.616	741.254	213.166	1.744.818	
Mano de obra indirecta	108.690	28.939	0	82.576	338.208	79.050	637.463	
Mantenimiento	20.248	0	0	17.818	39.362	14.761	92.189	5,06 HM
Almacenes	6.470	249	0	10.451	11.944	1.991	31.104	49,77 NOT
Producción	81.972	28.690	0	54.307	286.902	62.299	514.170	6,83 MOD
Mantenimiento instalaciones productivas	145.929	0	0	128.417	283.685	106.382	664.413	36,48 HM
Consumos eléctricos y gases	23.670	6.213	0	16.968	73.637	17.806	361.000	1,48 HM+MOD
Epis	1.359	476	0	900	4.757	1.033	8.525	0,11 MOD
Herramientas y pequeño utillaje	11.705	4.097	0	7.754	40.966	8.895	73.417	0,98 MOD
Costes del periodo o gastos generales de estructura:	193.086	67.580	0	127.919	675.800	146.745	1.211.130	16,09 MOD
Costes financieros							240.736	
Costes varios							439.962	
Costes Administracion, RR.HH. e I+D+i							182.405	
Costes personal directivo							588.763	
Total costes (incluyendo del periodo):	1.714.437	587.305	120.000	1.738.578	3.978.724	996.874	9.135.918	
Total costes (directos + indirectos):	1.521.352	519.725	120.000	1.610.658	3.302.924	850.129	7.924.788	

Tabla 11.- Escenario Caso 2 (absorción de costes con varios factores de reparto)

Las características de este caso son:

- Los coeficientes de reparto de los costes indirectos al producto son las horas de m.o.d., las horas máquina, y el número de órdenes de trabajo:
 - Horas de m.o.d.: factor de reparto para costes indirectos de m.o.i. de producción, costes indirectos de epis, costes indirectos de herramientas y pequeño utillaje, costes del periodo y costes indirectos de consumos eléctricos y gases (conjuntamente con horas máquina).
 - Número de órdenes de trabajo: factor de reparto de costes indirectos de m.o.i. de almacenes.
 - Horas máquina: factor de reparto para costes indirectos de m.o.i. de mantenimiento, costes indirectos de mantenimiento de instalaciones productivas y costes indirectos de consumos eléctricos y gases (conjuntamente con horas m.o.d.).

- Las variables de decisión son las horas de m.o.d., las horas máquina, el número de órdenes de trabajo, los costes indirectos de m.o.i. de producción, y los costes indirectos de mantenimiento de instalaciones productivas.
- Para todas las variables de decisión se considera un rango de valores de -10% +50%
- El paso considerado es de 1.000 para los valores de horas de m.o.d. y 10.000 para los valores de costes indirectos de m.o.i. de producción y mantenimiento de instalaciones productivas
- Las variables de suposición son los costes de materiales los costes de subcontratación, los costes indirectos de m.o.i. de mantenimiento y de almacenes y compras, los costes de consumos eléctricos y gases, los costes de epis, los costes de herramientas y pequeño utillaje, los costes financieros, los costes varios, los costes de administración, RR.HH. e I+D+i, y los costes de personal directivo.
- Las variables de suposición son distribuciones uniformes con horquilla de valores -10% +10%.
- Las previsiones son los costes indirectos por proyecto de m.o.i. de mantenimiento, los costes indirectos por proyecto de m.o.i. de almacenes y compras, los costes indirectos por proyecto de m.o.i. de producción, los costes indirectos por proyecto de mantenimiento de instalaciones productivas, los costes indirectos por proyecto de consumos eléctricos y gases, los costes indirectos por proyecto de epis, los costes indirectos por proyecto de herramientas y pequeño utillaje, el total de costes indirectos por proyecto, el total de costes del periodo por proyecto, el total de costes (directos + indirectos), el total de costes (incluyendo los del periodo) y los coeficientes de reparto de los costes indirectos en función de las horas de m.o.d., horas máquina y número de órdenes de trabajo.

CASO 3 (ESCENARIO 3)

Sistema de control de costes ABC con un único coeficiente de reparto de costes indirectos.

	EE100007	EE110001	EE110005	EE130004	EE150001	EE150002	Totales	Actividad	Generador coste
Costes directos:	1.287.453	441.886	120.000	1.358.923	2.498.169	623.174	6.329.606		
Materiales	748.568	321.666	0	404.844	1.614.659	347.075	3.436.811		
Mano de obra directa	238.885	53.220	0	105.079	571.510	124.099	1.092.794		
h	15.800	3.520	0	6.950	37.800	8.208	72.278		
€	238.885	53.220	0	105.079	571.510	124.099	1.092.794		
Subcontrataciones y servicios	300.000	67.000	120.000	849.000	312.000	152.000	1.800.000		
Horas máquina (HM)	4.000	0	0	2.800	5.760	2.160	14.720		
Número órdenes trabajo (NOT)	130	5	0	210	240	40	625		
Costes indirectos:	319.431	71.164	0	140.509	764.209	165.942	1.461.256		
Mano de obra indirecta							575.372		
Mantenimiento							85.766	Mantenimiento instalaciones	
Almacenes							31.104	Almacenes y compras	
Producción							458.502	Fabricación	
Mantenimiento instalaciones productivas							442.942	Mantenimiento instalaciones	
Consumos eléctricos y gases							361.000	Fabricación	
Epis							8.525	Fabricación	
Herramientas y pequeño utillaje							73.417	Fabricación	
Actividades:									
Fabricación	197.056	43.901	0	86.680	471.438	102.369	901.444		12,47 MOD
Almacenes	6.799	1.515	0	2.991	16.267	3.532	31.104		0,43 MOD
Mantenimiento instalaciones productivas	115.576	25.749	0	50.839	276.504	60.041	528.708		7,31 MOD
Costes del período o gastos generales de estructura:	264.753	58.983	0	116.458	633.397	137.538	1.211.130		16,76 MOD
Costes financieros							240.736		
Costes varios							439.962		
Costes Administración, RR.HH. e I+D+i							182.405		
Costes personal directivo							588.763		
Total costes (incluyendo del período):	1.871.638	572.033	120.000	1.615.890	3.895.776	926.654	9.001.991		
Total costes (directos + indirectos):	1.606.885	513.050	120.000	1.499.432	3.262.378	789.116	7.790.862		

Tabla 12.- Escenario Caso 3 (ABC con un único factor de reparto)

Las características de este caso son:

- El coeficiente de reparto es la m.o.d.
- Las actividades en las que se agrupan los costes indirectos son 3:
 - Fabricación
 - Almacenes
 - Mantenimiento de instalaciones productivas
- Los costes asociados a cada actividad se indican en la tabla superior.
- Las variables de decisión son las horas de m.o.d., los costes indirectos de m.o.i. de producción, y los costes indirectos de mantenimiento de instalaciones productivas.
- Para todas las variables de decisión se considera un rango de valores de -10% +50%

- El paso considerado es de 1.000 para los valores de horas de m.o.d. y 10.000 para los valores de costes indirectos de m.o.i. de producción y mantenimiento de instalaciones productivas
- Las variables de suposición son los costes de materiales los costes de subcontratación, el coste indirecto total de m.o.i. de mantenimiento y de almacenes y compras, el coste total de consumos eléctricos y gases, el coste total de epis, el coste total de herramientas y pequeño utillaje, los costes financieros, los costes varios, los costes de administración, RR.HH. e I+D+i, y los costes de personal directivo.
- Las variables de suposición son distribuciones uniformes con horquilla de valores -10% +10%.
- Las previsiones son el total de costes indirectos por proyecto, el total de costes del periodo por proyecto, el total de costes (directos + indirectos), el total de costes (incluyendo los del periodo), los costes indirectos por proyecto y actividad (fabricación, almacenes y mantenimiento de instalaciones productivas) y los coeficientes de reparto en función de las horas de m.o.d., las horas de máquina y el número de órdenes de trabajo.

CASO 4 (ESCENARIO 4)

Sistema de control de costes ABC con varios coeficientes de reparto de costes indirectos.

	EE100007	EE110001	EE110005	EE130004	EE150001	EE150002	Totales	Actividad	Generador coste
Costes directos:	1.287.453	441.886	120.000	1.358.923	2.498.169	623.174	6.329.606		
Materiales	748.568	321.666	0	404.844	1.614.659	347.075	3.436.811		
Mano de obra directa	238.885	53.220	0	105.079	571.510	124.099	1.092.794		
h	15.800	3.520	0	6.950	37.800	8.208	72.278		
€	238.885	53.220	0	105.079	571.510	124.099	1.092.794		
Subcontrataciones y servicios	300.000	67.000	120.000	849.000	312.000	152.000	1.800.000		
Horas maquina (HM)	5.400	0	0	3.520	7.776	2.694	19.390		
Número órdenes trabajo (NOT)	130	5	0	210	240	40	625		
Costes indirectos:	393.943	44.150	0	221.254	757.582	199.357	1.616.286		
Mano de obra indirecta							575.372		
Mantenimiento							85.766	Mantenimiento instalaciones	
Almacenes							31.104	Almacenes y compras	
Producción							458.502	Fabricación	
Mantenimiento instalaciones productivas							597.972	Mantenimiento instalaciones	
Consumos electricos y gases							361.000	Fabricación	
Epis							8.525	Fabricación	
Herramientas y pequeño utillaje							73.417	Fabricación	
Actividades:									
Fabricación	197.056	43.901	0	86.680	471.438	102.369	901.444		12,47 MOD
Almacenes	6.470	249	0	10.451	11.944	1.991	31.104		49,77 NOT
Mantenimiento instalaciones productivas	190.417	0	0	124.124	274.200	94.997	683.738		35,26 HM
Costes del período o gastos generales de estructura:	264.753	58.983	0	116.458	633.397	137.538	1.211.130		16,76 MOD
Costes financieros							240.736		
Costes varios							439.962		
Costes Administracion, RR.HH. e I+ D+i							182.405		
Costes personal directivo							588.763		
Total costes (incluyendo del periodo):	1.946.149	545.019	120.000	1.696.635	3.889.149	960.069	9.157.021		
Total costes (directos + indirectos):	1.681.396	486.036	120.000	1.580.177	3.255.752	822.531	7.945.892		

Tabla 13.- Escenario Caso 4 (ABC con varios factores de reparto)

Las características de este caso son:

- Los coeficientes de reparto son las horas de m.o.d., las horas máquina, y el número de órdenes de trabajo:
 - Horas de m.o.d.: factor de reparto para costes indirectos de fabricación y costes del periodo.
 - Número de órdenes de trabajo: factor de reparto de costes indirectos de m.o.i. de almacenes.
 - Horas máquina: factor de reparto para costes indirectos de mantenimiento de instalaciones productivas.
- Las actividades en las que se agrupan los costes indirectos son 3:
 - Fabricación
 - Almacenes
 - Mantenimiento de instalaciones productivas

- Los costes asociados a cada actividad se indican en la tabla superior.
- Las variables de decisión son las horas de m.o.d., los costes indirectos de m.o.i. de producción, y los costes indirectos de mantenimiento de instalaciones productivas.
- Para todas las variables de decisión se considera un rango de valores de -10% +50%
- El paso considerado es de 1.000 para los valores de horas de m.o.d. y 10.000 para los valores de costes indirectos de m.o.i. de producción y mantenimiento de instalaciones productivas
- Las variables de suposición son los costes de materiales los costes de subcontratación, los costes indirectos de m.o.i. de mantenimiento y de almacenes y compras, los costes de consumos eléctricos y gases, los costes de epis, los costes de herramientas y pequeño utillaje, los costes financieros, los costes varios, los costes de administración, RR.HH. e I+D+i, y los costes de personal directivo.
- Las variables de suposición son distribuciones uniformes con horquilla de valores -10% +10%.
- Las previsiones son el total de costes indirectos por proyecto, el total de costes del periodo por proyecto, el total de costes (directos + indirectos), el total de costes (incluyendo los del periodo) y el coeficiente de reparto en función de las horas de m.o.d.

Indicar que los datos de los escenarios de cada caso mostrados en las figuras superiores, se corresponden a los escenarios una vez simulados, de ahí que los valores numéricos puedan presentar diferencias con los valores del caso base, aunque los valores mostrados siempre estarán dentro de la horquilla de valores asignada a cada variable de la simulación.

P3.4.2.- SIMULACIONES

A partir los escenarios descritos en el apartado anterior se realizan las siguientes simulaciones para cada proyecto:

Simulación sobre previsión de costes totales para cada proyecto y escenario. El objeto de esta simulación es conocer la variabilidad en el coste total imputado a cada proyecto según el sistema de control de costes que se emplee. Se realiza a partir de la Tabla de Decisión de la aplicación Crystal Ball.

Simulación sobre sensibilidad de variables para cada proyecto y escenario. El objetivo de esta simulación es conocer la importante o peso de cada una de las variables empleadas como generadores de coste en los sistemas de control de costes estudiados para cada proyecto. Se realiza a partir del análisis de Tornado de la aplicación Crystal Ball.

P3.4.2.1.- SIMULACIONES SOBRE PREVISIÓN DE COSTES TOTALES

La simulación realizada sobre la previsión de costes totales tiene por objetivo el analizar:

- Impacto de las variables de decisión en la variable de previsión costes totales (incluyendo los costes del periodo) con las variables costes de m.o.i. de producción y horas de m.o.d. (para todos los casos)
- Impacto de las variables de decisión en la variable de previsión costes totales (incluyendo los costes del periodo) con las variables costes de mantenimiento de instalaciones productivas y horas máquina (sólo en los casos 2 y 4)

En el anexo A.1 se incluyen las hojas de escenarios de cada caso junto con los resultados de las simulaciones efectuadas y gráfico de tornado.

El gráfico de tornado nos muestra cuales son las variables con mayor impacto en la variable de previsión estudiada.

La tabla resumen de resultados, con los valores máximo y mínimo de costes totales (incluyendo los costes del periodo) para cada caso y proyecto es la siguiente:

		EE100007		EE110001		EE110005		EE130004		EE150001		EE150002	
CASO 1	MAXIMO	1.936.101		624.511		132.159		1.718.815		3.975.542		952.217	
	MINIMO	1.611.093		540.753		132.159		1.571.353		3.325.982		774.668	
CASO 2	MAXIMO	2.044.426	2.154.746	587.305	587.305	120.000	120.000	1.795.639	1.825.499	3.981.012	4.038.263	968.287	996.874
	MINIMO	1.729.810	2.046.887	513.499	587.305	120.000	120.000	1.642.103	1.736.875	3.391.486	3.391.486	811.641	929.706
CASO 3	MAXIMO	2.014.026		601.205		119.707		1.617.389		3.937.996		925.470	
	MINIMO	1.725.037		536.175		119.707		1.507.825		3.412.032		779.025	
CASO 4	MAXIMO	2.011.494		568.354	569.364	120.104		1.699.018	1.720.524	3.928.395	3.929.058	959.672	959.569
	MINIMO	1.760.878		512.404	569.364	120.104		1.602.007	1.654.666	3.458.913	3.801.490	832.853	915.091
h mod		12.000		2.800		0		5.500		28.000		6.080	

Tabla 14.- Valores resumen costes totales

Dando un resultado la comparativa de los valores encontrados:

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

		EE100007		EE110001		EE110005		EE130004		EE150001		EE150002	
CASO 1	MAXIMO	1.936.101		624.511		132.159		1.718.815		3.975.542		952.217	
	MINIMO	1.611.093		540.753		132.159		1.571.353		3.325.982		774.668	
CASO 2	MAXIMO	2.044.426	2.154.746	587.305	587.305	120.000	120.000	1.795.639	1.825.499	3.981.012	4.038.263	968.287	996.874
	MINIMO	1.729.810	2.046.887	513.499	587.305	120.000	120.000	1.642.103	1.736.875	3.391.486	3.391.486	811.641	929.706
Diferencia Caso 1 - Caso 2	MAXIMO	5,30%	6,1%	-6,34%	-5,8%	-10,13%	-10,1%	4,28%	4,3%	0,14%	1,0%	1,66%	3,1%
	MINIMO	6,86%		-5,31%		-10,13%		4,31%		1,93%		4,56%	
CASO 3	MAXIMO	2.014.026		601.205		119.707		1.617.389		3.937.996		925.470	
	MINIMO	1.725.037		536.175		119.707		1.507.825		3.412.032		779.025	
CASO 4	MAXIMO	2.011.494		568.354		120.104		1.699.018		3.928.395		959.672	
	MINIMO	1.760.878		512.404		120.104		1.602.007		3.458.913		832.853	
Diferencia Caso 3 - Caso 4	MAXIMO	-0,13%	1,0%	-5,78%	-5,2%	0,33%	0,3%	4,80%	5,3%	-0,24%	0,6%	3,56%	5,0%
	MINIMO	2,04%		-4,64%		0,33%		5,88%		1,36%		6,46%	
h mod		12.000		2.800		0		5.500		28.000		6.080	
Diferencia Caso 1 - Caso 3	MAXIMO	3,87%	5,2%	-3,88%	-2,4%	-10,40%	-10,4%	-6,27%	-5,2%	-0,95%	0,8%	-2,89%	-1,2%
	MINIMO	6,61%		-0,85%		-10,40%		-4,21%		2,52%		0,56%	
Diferencia Caso 2 - Caso 4	MAXIMO	-1,64%	0,1%	-3,33%	-1,8%	0,09%	0,1%	-5,69%	-4,1%	-1,34%	0,3%	-0,90%	0,8%
	MINIMO	1,76%		-0,21%		0,09%		-2,50%		1,95%		2,55%	

Tabla 15.- Diferencias valores costes totales entre sistemas

Las conclusiones de la simulación realizada con Crystal Ball son las siguientes:

- Los costes totales son máximos en el escenario 2 (sistema de control de costes por pedido con varios generadores de coste) en 4 de los 6 proyectos. Estos 4 proyectos son los de mayor número de horas de m.o.d. de los 6 proyectos simulados y los únicos con horas máquina.
- Las diferencias de valores del coste total entre los escenarios 2 y 4 son mínimas (sistema de control de costes por pedido y sistema ABC, ambos con varios generadores de coste, respectivamente).
- Las diferencias de valores de coste total entre los diferentes casos son menores entre los casos 3 y 4 que entre los casos 1 y 2. Es decir, los resultados obtenidos en las simulaciones de un mismo sistema de control de costes pero con uno y con varios generadores de coste, tienen mayor similitud en los casos del sistema de costes ABC que en los casos del sistema de costes por pedido.
- La subcontratación debe ser tratada de manera especial cuando implica trabajos de mano de obra realizados en las instalaciones del astillero. En este caso, además de la contabilización del importe, debe tenerse en cuenta el número de horas de m.o.d. aplicadas en el reparto de costes indirectos que tengan la m.o.d. como factor de reparto. De los astilleros estudiados, uno consideraba sólo el coste, y por tanto beneficiaba en el reparto de costes indirectos y gastos generales a aquellos proyectos que habían contado con mayor subcontratación;

el otro, transformaba el coste de la subcontratación en horas de m.o.d., y éstas participaban en el cálculo del coeficiente de reparto.

- El proyecto 130004 tiene un importe de subcontratación muy superior al de los restantes proyectos, aunque el número de horas de m.o.d. propias es inferior a algunos de los proyectos simulados. Dado que la m.o.d. es factor de reparto en los cuatro casos estudiados y las horas subcontratadas no se han tenido en cuenta, los gastos indirectos soportados por el proyecto EE130004 son inferiores a los de aquellos proyectos con mayor número de horas de m.o.d., con independencia de que el valor de subcontratación sea muy superior al de estos otros proyectos.
- El reparto de gastos generales de fabricación a los proyectos es diferente en los casos de empleo de varios generadores de costes que en aquellos que emplean sólo uno, las horas de m.o.d. Así, el proyecto EE110001, sin horas máquina, presenta unos gastos generales de fabricación menores cuando el sistema de control de costes utiliza varios generadores de coste que en los sistemas de costes que basan el reparto de estos costes sólo en la m.o.d.
- El reparto de los gastos generales del período no puede realizarse empleando como factor de reparto las horas de mano de obra directa, puesto que el uso de este factor penaliza los proyectos con mayor número de horas de m.o.d. y no reparte los costes de manera equitativa.

Los gastos generales del periodo incluyen costes tales como financieros, legales, RR.HH. y administración,.... En general, estos costes no son directamente trazables a los productos, y menos a través de las horas de m.o.d.

En el caso particular del proyecto EE110005, sin horas de m.o.d. y con sólo costes de subcontratación, no recibe ningún coste del período, cuando sí participa de dichos costes (el proyecto tiene avales en vigor, hace uso de las instalaciones y dispone de m.o.i. y personal directivo trabajando en él).

De los restantes proyectos participantes en la simulación, aquellos con menor número de horas de m.o.d. reciben menos costes.

- Lo enunciado en el punto anterior es también válido para los gastos generales de fabricación, al existir actividades generadoras de coste no relacionadas con el número de horas de m.o.d. invertidas.
- El astillero emplea tanto m.o.d. como maquinaria, por lo que el reparto de los gastos generales en función de las horas de m.o.d. empleadas puede distorsionar el coste total del proyecto. El trabajo con maquinaria supone mayores costes de amortizaciones, mantenimiento, reparaciones, energía y mano de obra indirecta, mientras que el trabajo con m.o.d. implica más horas de m.o.d. pero bajos gastos generales al emplearse herramientas y equipos simples.
- La m.o.d. puede utilizarse como factor de reparto de gastos generales en aquellas unidades productivas en las que prima la m.o.d. frente a las horas máquina, como por ejemplo en los trabajos de soldadura en grada.
- Es posible la utilización de coeficientes de reparto basados en el material, tanto en unidades productivas como en departamentos prestadores de servicios a las unidades productivas, como las toneladas de acero neto (TAN). Su aplicación es óptima en operaciones que implican poca m.o.d. y horas máquina, pero altos costes indirectos, tales como compras, almacenes, control de calidad,....
- En cuanto a los gastos generales, podemos afirmar que es necesario definir las principales actividades y unidades productivas del astillero, calculando los costes indirectos y gastos generales originados en cada una de ellas y estableciendo el factor de reparto adecuado. Por ejemplo, las actividades de pintado, deben diferenciarse entre pintura en cabinas y pintura en grada/muelle, repartiendo los costes indirectos y generales que se generen con la actividad en cada unidad productiva en la que se realice por un coeficiente coherente tal como los m² pintados.

Como cierre de este apartado, citando a Dudick, podemos enumerar las deficiencias principales y habituales en la imputación de gastos generales, algunas de las cuales han quedado patentes en las simulaciones efectuadas^{xiv}:

- *La no apreciación de las diferencias* entre los gastos generales de las operaciones intensivas en capital (*maquinaria*) y de las intensivas en trabajo (*m.o.d.*). Hemos

visto en las simulaciones la diferencia que este hecho produce en el coste imputado a cada proyecto.

- *El empleo de demasiados coeficientes de reparto de gastos generales.* En los astilleros nos encontramos normalmente con el problema contrario, al emplearse un solo coeficiente de reparto.
- *El empleo incorrecto de coeficientes de reparto basados en el consumo de materiales.* No siempre los coeficientes de reparto elegidos basados en el consumo de materiales guardan relación con los gastos generales a repartir a los productos.
- *La imputación incorrecta a los productos de los costes no debidos a la fabricación.* La imputación de costes del periodo o generales no relacionados con el proceso productivo a los productos tiende a realizarse de manera incorrecta al emplear habitualmente coeficientes de reparto que no guardan ninguna relación con la generación de esos costes.

Según el mismo autor, hay además tres defectos principales en el cálculo del coste del producto derivados de las deficiencias anteriores:

- El empleo de la m.o.d. como base de imputación de los gastos generales a las operaciones efectuadas con maquinaria.
- Dos de los casos estudiados reparten costes en base a un solo coeficiente de reparto: m.o.d., y como se ha visto, mientras que en el caso del sistema de control de costes ABC las diferencias en el coste final entre el empleo de un único coeficiente o de varios son menores, en el caso del sistema de control de costes por pedido, éstas son de mayor importancia. Queda demostrada la sentencia de Dudick, y aun así, todos los astilleros estudiados efectúan el reparto de costes indirectos en base a un único coeficiente, que son las horas de la m.o.d.
- El empleo de sistemas inadecuados de contabilidad de costes. Es obvio que un sistema de costes por proceso no es aplicable a un astillero que fabrica buques bajo pedido y siempre diferentes.
- La imputación incorrecta de los gastos del periodo. En la simulación, ha quedado en evidencia que el reparto de estos gastos en base a las horas de m.o.d. es un error. Los costes del periodo deben ser segregados y analizados, a fin de separar



todos aquellos que puedan trazarse al producto del resto y éstos últimos agruparlos por familias que puedan repartirse al producto con el mismo coeficiente de reparto.

P3.4.2.2.- SIMULACIONES SOBRE SENSIBILIDAD DE VARIABLES

Esta segunda fase de simulación se realiza para cada proyecto y escenario con ayuda del gráfico de tornado. Este gráfico nos permite conocer el impacto que cada variable tiene en el coste total de cada proyecto.

En el anexo A.1 se incluyen los gráficos de cada proyecto y escenario.

Los resultados obtenidos a partir de esta segunda fase de simulaciones son los siguientes:

1. Sistema de control de costes por órdenes de fabricación con horas de m.o.d. como factor de reparto (caso 1).

La variable con mayor influencia en los costes de cada proyecto es precisamente el número de horas de mano de obra en ese proyecto en cuestión. Conclusión lógica dado que los costes indirectos a repartir en cada proyecto se reparten de manera proporcional al número de las horas de mano de obra directa propias.

Después de las horas de mano de obra directa propias, las variables con más influencia son, en todos los proyectos a excepción del EE110005 (proyecto que no cuenta con mano de obra):

- Horas de m.o.d. del proyecto EE150001 (excepto en el proyecto EE150001 donde las horas de m.o.d. propias son la variable de mayor influencia);
- Horas de m.o.d. del proyecto EE100007 (excepto en el proyecto EE100007 donde las horas de m.o.d. propias son la variable de mayor influencia);
- Costes indirectos de m.o.i. de producción;
- Costes indirectos de mantenimiento de instalaciones productivas;
- Horas de m.o.d. EE130004 (excepto en el proyecto EE130004 donde las horas de m.o.d. propias son la variable de mayor influencia);
- Horas de m.o.d. EE150002 (excepto en el proyecto EE150002 donde las horas de m.o.d. propias son la variable de mayor influencia).

Los resultados obtenidos son los esperados, al depender los costes de la m.o.d. de los proyectos y ordenarse las variables en función de su impacto en el coste total del proyecto (las variables de horas de m.o.d. ordenadas según número de horas, mayor impacto cuanto mayor sea el número de horas, los costes indirectos m.o.i. de producción y de mantenimiento de las instalaciones productivas que son los costes indirectos considerados variables en la simulación.

2. Sistema de control de costes por órdenes de fabricación con varios factores de reparto (caso 2).

Las conclusiones son similares al escenario 1 en cuanto a la variable con mayor impacto en cada uno de los proyectos: las horas de m.o.d. propias. Sin embargo, a partir de esta primera variable, difieren de un proyecto a otro. Así:

- Proyecto EE100007:
 - Costes indirectos de mantenimiento de instalaciones productivas.
 - Horas máquina EE100007.
 - Costes indirectos m.o.i. producción.
 - Horas máquina EE150001.
 - Horas m.o.d. EE130004.
 - Horas m.o.d. EE150002.
- Proyecto EE110001:
 - Horas m.o.d. EE100007.
 - Costes indirectos m.o.i. producción.
 - Horas m.o.d. EE150002.
 - Horas m.o.d. EE130004.
- Proyecto EE130004:
 - Costes indirectos de mantenimiento de instalaciones productivas.
 - Horas máquina EE130004.
 - Horas m.o.d. EE100007.
 - Horas máquina EE150001.

- Costes indirectos m.o.i. producción.
- Horas máquina EE100007.
- Proyecto EE150001:
 - Horas m.o.d. EE100007.
 - Costes indirectos m.o.i. producción.
 - Costes indirectos de mantenimiento de instalaciones productivas.
 - Horas máquina EE150001.
 - Horas m.o.d. EE130004.
 - Horas m.o.d. EE150002.
- Proyecto EE150002:
 - Horas máquina EE150002.
 - Costes indirectos de mantenimiento de instalaciones productivas.
 - Horas máquina EE150001.
 - Horas m.o.d. EE100007.
 - Costes indirectos m.o.i. producción.

Las variables que más impacto producen varían en relación al escenario 1, al introducir las horas máquina como factor de reparto. Las órdenes de trabajo, sin embargo, al repartir costes indirectos menores en relación al total de costes indirectos no tiene impacto en los costes totales del proyecto.

3. Sistema de control de costes ABC con un solo factor de reparto, la m.o.d. (caso 3)

Los resultados de la simulación tornado del escenario 3 son similares a los del escenario 1. Las variables de mayor impacto por proyecto son las siguientes:

- Horas de mano de obra directa propias de cada proyecto;
- Horas de m.o.d. EE150001 (excepto en el proyecto EE150001 donde las horas de m.o.d. propias son la variable de mayor influencia);
- Horas m.o.d. EE100007 (excepto en el proyecto EE100007 donde las horas de m.o.d. propias son la variable de mayor influencia);

- Costes indirectos de m.o.i. de producción;
- Costes indirectos de mantenimiento de instalaciones productivas (excepto en el proyecto EE130004 en el que las horas de m.o.d. del proyecto EE150002 tienen mayor impacto que los costes indirectos de mantenimiento);
- Horas de m.o.d. EE130004 (excepto el proyecto EE130004 en el que tiene mayor impacto la variable Costes indirectos de mantenimiento de unidades productivas).

4. Sistema de control de costes ABC con varios coeficientes de reparto (caso 4)

Las conclusiones son similares a los escenarios 1, 2 y 3, en cuanto a la variable con mayor impacto en cada uno de los proyectos: las horas de m.o.d. propias, aunque en este escenario a diferencia del escenario 2, existe una segunda variable común: las horas de m.o.d. EE150001. A partir de esta segunda variable, al igual que en el escenario 2, difieren de un proyecto a otro. Así:

- Proyecto EE100007:
 - Costes indirectos m.o.i. producción.
 - Costes indirectos de mantenimiento de instalaciones productivas.
 - Horas máquina EE100007.
- Proyecto EE110001:
 - Horas m.o.d. EE100007.
 - Costes indirectos m.o.i. producción.
 - Horas m.o.d. EE130004.
- Proyecto EE130004:
 - Costes indirectos de mantenimiento de instalaciones productivas.
 - Horas máquina EE130004.
 - Costes indirectos m.o.i. producción.
 - Horas m.o.d. EE100007.
 - Horas máquina EE150001.

- Proyecto EE150001:
 - Costes indirectos de mantenimiento de instalaciones productivas.
 - Costes indirectos m.o.i. producción.
 - Horas máquina EE100007.
 - Horas máquina EE150001.
 - Horas m.o.d. EE130004.
- Proyecto EE150002:
 - Costes indirectos de mantenimiento de instalaciones productivas.
 - Horas máquina EE150002.
 - Costes indirectos m.o.i. producción.
 - Horas m.o.d. EE100007.
 - Horas máquina EE150001.
 - Horas máquina EE100007.

Las variables que más impacto producen varían en relación al escenario 3, al introducir las horas máquina como factor de reparto, pero el impacto de cada variable es similar al del caso 2.

Las conclusiones que podemos extraer del análisis de importancia o peso de las variables, a la vista de lo anterior son las siguientes:

- En los casos en los que el generador de coste es único (casos 1 y 3, con la mano de obra directa como generador) siempre la variable de más peso en el coste total del proyecto es las horas de m.o.d. del proyecto en cuestión, pues esta variable actúa como factor de reparto de los costes indirectos al proyecto.
- En los casos en los que hay varios generadores de coste (casos 2 y 4), se repite la coincidencia, de nuevo por su actuación como factor de reparto y porque reparte el volumen de costes indirectos más altos (si agrupamos el total de costes indirectos a repartir por generador de coste, el importe de costes a repartir en base a las horas de mano de obra directa es el más elevado), la variable de mayor peso en el coste total del proyecto es las horas de m.o.d. del proyecto en cuestión.

A partir de esta coincidencia, si en los casos 1 y 3 los resultados son prácticamente idénticos (horas m.o.d. EE150001, horas m.o.d. EE100007, costes indirectos m.o.i. producción, costes indirectos mantenimiento instalaciones productivas,...), en los casos 2 y 4 esto no sucede.

- En los casos en los que se emplean varios generadores de coste, hay cambios entre las variables de mayor peso de cada proyecto:
 - En el caso 2 por ejemplo, sistema de costes por órdenes de trabajo, la variable de mayor peso en cada proyecto es las horas de m.o.d. de cada proyecto en cuestión. A partir de aquí, las siguientes variables en peso varían en cada uno de los proyectos.
 - En el caso 4, la variable de más peso en cada proyecto es las horas de m.o.d. de cada proyecto en cuestión, y la segunda variable de mayor importancia en el coste del proyecto es común a todos los proyectos (las horas de m.o.d. del proyecto EE150001, que es el proyecto con mayor número de horas de m.o.d., y por tanto, las variaciones en su valor en número de horas modifican significativamente el reparto de los costes indirectos asociados a la m.o.d. y el valor del coeficiente de reparto)

P3.5.-CONCLUSIONES

De manera resumida, las conclusiones extraídas de los resultados de las simulaciones son las siguientes:

- La precisión en el cálculo del coste es mayor cuando se emplean varios factores de reparto. Las diferencias porcentuales en el coste total entre escenarios con un único factor de reparto son mayores que las diferencias en el coste total entre escenarios con varios factores de reparto. Teniendo este dato en cuenta, **el sistema de control a aplicar en el astillero debe ser un sistema de costes por pedido o ABC con múltiples factores de reparto en ambos casos.**

Diferencia Caso 1 - Caso 3	Costes por pedido un único factor de reparto	4,2%
	Costes ABC un único factor de reparto	
Diferencia Caso 2 - Caso 4	Costes por pedido varios factores de reparto	1,2%
	Costes ABC varios factores de reparto	

Tabla 16.- Diferencia media en el coste total del producto entre escenarios según número de factores de reparto

- La precisión del coste total del producto es mayor cuando se emplea el sistema ABC que al emplear el sistema de costes por pedido. Las diferencias porcentuales en el coste total entre escenarios con sistema de costes ABC son menores que las diferencias en el coste total entre escenarios con sistema de costes por pedido. Teniendo este dato en cuenta, **el sistema de control a aplicar en el astillero debe ser un sistema de costes ABC.**

Diferencia Caso 1 - Caso 2	Costes por pedido un único factor de reparto	5,1%
	Costes por pedido varios factores de reparto	
Diferencia Caso 3 - Caso 4	Costes ABC un único factor de reparto	2,9%
	Costes ABC varios factores de reparto	

Tabla 17.- Diferencia media en el coste total del producto entre escenarios según el sistema de control de costes empleado

Además de lo anterior:

- Ambos sistemas dan libertad en cuanto a la clasificación de costes en indirectos a imputar al producto e indirectos a considerar como gastos del período.
- El sistema de costes por pedido es más sencillo de implementar que el sistema de costes ABC, al recoger los costes indirectos por departamento y de ahí repartirlos a los productos (no es necesario analizar las actividades ejecutadas durante la fabricación y analizar los costes indirectos que cada actividad genera para su reparto a los productos).

Por todo ello:

- La decisión de qué sistema (por proyectos o ABC con varios factores de reparto) implementar vendrá influenciada por la relación coste-precisión que quiera asumir el astillero, siendo el sistema óptimo para el control de costes el ABC.

PARTE 4 – DESARROLLO SISTEMA DE CONTROL DE COSTES PARA UN ASTILLERO

Objetivos Parte 4:

Desarrollo de un sistema para control de costes de aplicación a un astillero tipo

Tabla de contenido Parte 4:

PARTE 4 – DESARROLLO SISTEMA DE CONTROL DE COSTES PARA UN ASTILLERO	149
P4.1.- INTRODUCCIÓN A LA PARTE 4	153
P4.2.- DESARROLLO ORGANIZATIVO DEL SISTEMA DE CONTROL DE COSTES	154
<i>P4.2.1.- Participantes en el proceso del sistema de control de costes</i>	<i>156</i>
1. <i>Niveles de control de costes en la organización</i>	<i>156</i>
2. <i>Papel de cada miembro del equipo en el control de costes</i>	<i>159</i>
3. <i>Mecanismos de control de costes:</i>	<i>161</i>
<i>P4.2.2.- El proceso del control de costes</i>	<i>166</i>
1. <i>Definición del presupuesto</i>	<i>166</i>
2. <i>Fijación de los objetivos de coste</i>	<i>167</i>
3. <i>Operativa de cada etapa del proceso</i>	<i>168</i>
P4.3.- DESARROLLO CONTABLE DEL SISTEMA DE CONTROL DE COSTES	172
<i>P4.3.1.- Identificación de los objetos de coste</i>	<i>175</i>
<i>P4.3.2.- Identificación y clasificación de los costes de los productos</i>	<i>176</i>
1. <i>Costes directos del producto</i>	<i>176</i>
2. <i>Costes indirectos del producto</i>	<i>181</i>
<i>P4.3.3.- Identificación de las actividades realizadas por la organización</i>	<i>188</i>
<i>P4.3.4.- Asignación de los costes indirectos de los productos a las actividades</i>	<i>201</i>
<i>P4.3.5.- Selección de los generadores de coste de las actividades</i>	<i>228</i>
<i>P4.3.6.- Cálculo de la tasa unitaria de cada base de reparto</i>	<i>239</i>

<i>P4.3.7.- Cálculo de los costes indirectos asignados a los productos</i>	265
<i>P4.3.8.- Cálculo del coste total de los productos</i>	266
P4.4.- TRATAMIENTO DE LOS GASTOS DEL PERIODO	267

Índice de ecuaciones Parte 4:

<i>Ecuación 1.- Relación costes indirectos totales y repartidos a actividades</i>	201
<i>Ecuación 2.- Asignación costes indirectos a actividades</i>	202
<i>Ecuación 3.- Cálculo del factor de reparto de costes indirectos a las actividades</i>	203
<i>Ecuación 4.- Cálculo del coste de una actividad</i>	203
<i>Ecuación 5.- Cálculo desarrollado del coste de una actividad</i>	204
<i>Ecuación 6.- Factor de reparto recurso m.o.i. producción</i>	204
<i>Ecuación 7.- Factor de reparto recurso m.o.i. ingeniería</i>	205
<i>Ecuación 8.- Factor de reparto recurso consumos</i>	208
<i>Ecuación 9.- Factor de reparto recurso consumos taller elaboración</i>	209
<i>Ecuación 10.- Factor de reparto consumos talleres prefabricado y fabricación</i>	209
<i>Ecuación 11.- Factor de reparto recurso consumo eléctrico taller de módulos</i>	210
<i>Ecuación 12.- Factor de reparto recurso consumo gases taller de módulos</i>	211
<i>Ecuación 13.- Factor de reparto recurso consumo eléctrico grada y muelle</i>	211
<i>Ecuación 14.- Factor de reparto recurso consumo gases grada y muelle</i>	212
<i>Ecuación 15.- Factor de reparto recurso consumo agua</i>	213
<i>Ecuación 16.- Factor de reparto recurso alquileres y licencias informáticas ingeniería</i>	214
<i>Ecuación 17.- Factor de reparto recurso alquileres y licencias informáticas</i>	215
<i>Ecuación 18.- Factor de reparto del recursos mantenimiento equipos e instalaciones informáticas</i>	216
<i>Ecuación 19.- Factor de reparto recurso mantenimiento instalaciones generales</i>	217
<i>Ecuación 21.- Factor de reparto recurso mantenimiento medios de elevación</i>	219
<i>Ecuación 22.- Factor de reparto recurso mantenimiento redes suministro</i>	220
<i>Ecuación 23.- Factor de reparto recurso mantenimiento y calibración de equipos de medición y control</i>	220
<i>Ecuación 24.- Factor de reparto recurso material de oficina</i>	221
<i>Ecuación 25.- Factor de reparto recurso mobiliario de oficina</i>	222
<i>Ecuación 26.- Factor de reparto recurso mobiliario de taller</i>	222
<i>Ecuación 27.- Factor de reparto recurso pequeña herramienta A</i>	224

<i>Ecuación 28.- Factor de reparto recurso pequeña herramienta M</i>	224
<i>Ecuación 29.- Factor de reparto recurso pequeña herramienta E</i>	224
<i>Ecuación 30.- Factor de reparto recurso epis</i>	225
<i>Ecuación 31.- Factor de reparto recurso limpieza instalaciones</i>	226
<i>Ecuación 33.- Factor de reparto de costes de las actividades al buque</i>	239
<i>Ecuación 34.- Factor de reparto coste actividad anteproyectos al buque</i>	240
<i>Ecuación 35.- Factor de reparto coste actividad ing. básica al buque</i>	240
<i>Ecuación 36.- Factor de reparto coste actividad ing. detalle al buque</i>	241
<i>Ecuación 37.- Factor de reparto coste actividad reprografía al buque</i>	241
<i>Ecuación 38.- Factor de reparto coste actividad apertura órdenes de trabajo</i>	242
<i>Ecuación 39.- Factor de reparto coste actividad elaboración al buque</i>	242
<i>Ecuación 40.- Factor de reparto coste actividad prefabricación al buque</i>	243
<i>Ecuación 41.- Factor de reparto coste actividad fabricación al buque</i>	244
<i>Ecuación 42.- Factor de reparto coste actividad montaje al buque</i>	244
<i>Ecuación 43.- Factor de reparto coste actividad elaboración tubería al buque</i>	245
<i>Ecuación 44.- Factor de reparto coste actividad montaje en módulo de tubería</i>	246
<i>Ecuación 45.- Factor de reparto coste actividad montaje en bloque de tubería</i>	246
<i>Ecuación 46.- Factor de reparto coste actividad montaje abordó de tubería</i>	247
<i>Ecuación 47.- Factor de reparto coste actividad montaje tubería de obra</i>	248
<i>Ecuación 48.- Factor de reparto coste actividad calderería en módulos al buque</i>	248
<i>Ecuación 49.- Factor de reparto coste actividad calderería en bloque al buque</i>	249
<i>Ecuación 50.- Factor de reparto coste actividad calderería abordó al buque</i>	250
<i>Ecuación 51.- Factor de reparto coste actividad montaje de equipos</i>	250
<i>Ecuación 52.- Factor de reparto coste actividad trabajos eléctricos en módulos</i>	251
<i>Ecuación 53.- Factor de reparto coste actividad trabajos eléctricos en bloques</i>	252
<i>Ecuación 54.- Factor de reparto coste actividad trabajos eléctricos abordó</i>	252
<i>Ecuación 55.- Factor de reparto coste actividad trabajos acomodación</i>	253
<i>Ecuación 56.- Factor de reparto coste actividad botadura</i>	253
<i>Ecuación 57.- Factor de reparto coste actividad cama de construcción</i>	254
<i>Ecuación 58.- Factor de reparto coste actividad pruebas al buque</i>	254
<i>Ecuación 59.- Factor de reparto coste actividad auxilios a la construcción</i>	255
<i>Ecuación 60.- Factor de reparto coste actividad pintura al buque</i>	256
<i>Ecuación 61.- Factor de reparto coste actividad cama de construcción</i>	256
<i>Ecuación 62.- Factor de reparto coste actividades compras y subcontratación</i>	257
<i>Ecuación 63.- Factor de reparto coste actividades almacenes al buque</i>	258
<i>Ecuación 64.- Factor de reparto coste actividades medioambiente</i>	258



<i>Ecuación 65.- Factor de reparto coste actividades calidad al buque</i>	<i>259</i>
<i>Ecuación 66.- Factor de reparto coste actividades prevención al buque</i>	<i>260</i>
<i>Ecuación 67.- Factor de reparto coste actividades recursos humanos al buque</i>	<i>260</i>
<i>Ecuación 68.- Factor de reparto coste actividades económico-financieras</i>	<i>261</i>
<i>Ecuación 69.- Factor de reparto coste actividad derecho laboral</i>	<i>261</i>
<i>Ecuación 70.- Factor de reparto coste actividad derecho mercantil al buque</i>	<i>262</i>
<i>Ecuación 71.- Factor de reparto coste actividades planificación y control de gestión</i>	<i>262</i>
<i>Ecuación 72.- Factor de reparto coste actividades comerciales</i>	<i>263</i>
<i>Ecuación 73.- Factor de reparto coste actividades gestión de proyectos al buque</i>	<i>264</i>
<i>Ecuación 74.- Cálculo del coste indirecto del producto</i>	<i>265</i>
<i>Ecuación 75.- Costes totales del buque</i>	<i>266</i>

Índice de Ilustraciones Parte 4:

<i>Ilustración 1.- Organización control de costes astillero</i>	<i>157</i>
<i>Ilustración 2.- Niveles de control de costes en la organización</i>	<i>158</i>
<i>Ilustración 3.- Relación sistema ABC y ERPs</i>	<i>163</i>
<i>Ilustración 4.- Esquema asignación costes indirectos del sistema ABC</i>	<i>173</i>
<i>Ilustración 5.- Pasos a seguir en la asignación de costes con ABC</i>	<i>174</i>
<i>Ilustración 6.- Diagrama de actividades de la construcción del buque</i>	<i>189</i>

Índice de tablas Parte 4:

<i>Tabla 1.- Relación de costes del periodo</i>	<i>268</i>
---	------------

P4.1.- INTRODUCCIÓN A LA PARTE 4

Esta cuarta parte de la tesis tiene por objeto el desarrollo del sistema de control de costes ABC con varios factores de reparto de costes indirectos enunciado y descrito en el capítulo anterior como óptimo para su aplicación al astillero. El desarrollo del sistema de control de costes, en su aplicación al astillero, se realiza bajo dos puntos de vista:

- Organizativo, con la definición de los participantes en el sistema y rol desempeñado por cada uno de ellos.
- Contable, con el desarrollo de procedimientos y operativa del sistema de control de costes a implementar.

Ambos desarrollos son necesarios para entender el funcionamiento del sistema de control de costes, no sólo desde un punto de vista contable sino también desde un punto de vista organizativo que permita conocer cómo se implementa y realiza el seguimiento del sistema de control de costes dentro del astillero.

Es importante tener en cuenta que un sistema de control de costes eficaz y eficiente no garantiza el éxito de la empresa, ya que el sistema por si solo se limita a proporcionar la información necesaria para la gestión de la empresa. El uso que la organización haga de la información proporcionada es lo que conduce al éxito. Es fundamental por ello definir la organización y sus funciones.

P4.2.- DESARROLLO ORGANIZATIVO DEL SISTEMA DE CONTROL DE COSTES

El control de costes es uno de los objetivos principales, junto con el plazo y la calidad, de la gestión de un proyecto o empresa. El sistema de control de costes a implantar en un astillero debe permitir el estricto control de los costes que se generan desde las primeras etapas del proyecto, siendo el único modo eficiente de garantizar que no se produzcan desviaciones en los mismos. La implantación del sistema de control de costes busca conseguir los siguientes objetivos:

- Crear un compromiso con el control del coste en los miembros de la organización;
- Dar una visión global que permita la toma de decisiones eficientes en cuanto al control de los costes;
- Permitir la toma de decisiones al nivel organizativo que conoce el problema al máximo detalle;
- Desplegar los objetivos de manera estructurada a los diferentes niveles de la organización, de manera que conduzcan a toda la organización a un objetivo común;
- Anticipación en la toma de decisiones, adelantándose a los problemas, y de este modo eliminándolos o atenuándolos;
- Generar información estadística que no sólo será útil en la evaluación de los procesos productivos, sino que además servirá de referencia en la elaboración de presupuestos futuros.

Para el desarrollo del sistema óptimo de control de costes para un astillero que cumpla con los objetivos citados, organizativamente es necesario definir:

- Los participantes en el proceso de implementación del sistema y posterior control de costes:
 - Niveles de control de costes en la organización
 - Papel de cada miembro del equipo en el control de costes
 - Mecanismos de control de costes



- El proceso del control de costes:
 - Definición del presupuesto
 - Fijación de los objetivos de coste
 - Operativa de cada etapa del proceso

P4.2.1.- PARTICIPANTES EN EL PROCESO DEL SISTEMA DE CONTROL DE COSTES

De acuerdo con el apartado anterior, para poder desarrollar un sistema de control de costes, es necesario definir quiénes van a ejecutar las diferentes fases del proceso, es decir, la organización necesaria y sus roles.

1. Niveles de control de costes en la organización

Los proyectos de construcción de buques son muy complejos, por lo que se hace necesario en su gestión dividir los proyectos en partes gestionables. Estas partes o subproyectos los denominaremos en lo sucesivo Zonas, y su definición se corresponde con la división que realizan la mayoría de los astilleros:

- Zona de aceros o casco que denominaremos Zona A
- Zona de maquinaria y servicios, que denominaremos Zona M
- Zona de servicios eléctricos y electrónicos, que denominaremos Zona E

Cada Zona así definida tiene un responsable global o Gerente de Zona, que coordina a los respectivos Responsables de Zona y Departamento. La visión global de todas las Zonas del buque la tienen los Jefes de Proyecto y de Departamento, junto con el Director del astillero.

La ilustración 17 representación gráfica de esta organización matricial.

La finalidad de esta organización es hacer que todas las personas intervinientes en el proceso de diseño y construcción del buque tengan un objetivo común en cuanto a coste, plazo y calidad, y que los objetivos establecidos por proyecto no colisionen con los objetivos globales del astillero.

Los equipos así organizados, en su gestión del coste y el plazo, deben tomar decisiones a partir de la información generada sobre el avance de la obra respecto a lo planificado, y sobre los costes incurridos e inducidos correspondientes a la Zona a la que pertenecen.

Las bases del coste del proyecto se sientan desde el diseño, donde se definen cantidades y ratios. Ingeniería deberá diseñar sistemas y partes del buque ajustadas a la valoración de presupuesto, tanto en lo referente a materiales (Compras) como a contenidos de trabajo (Producción).

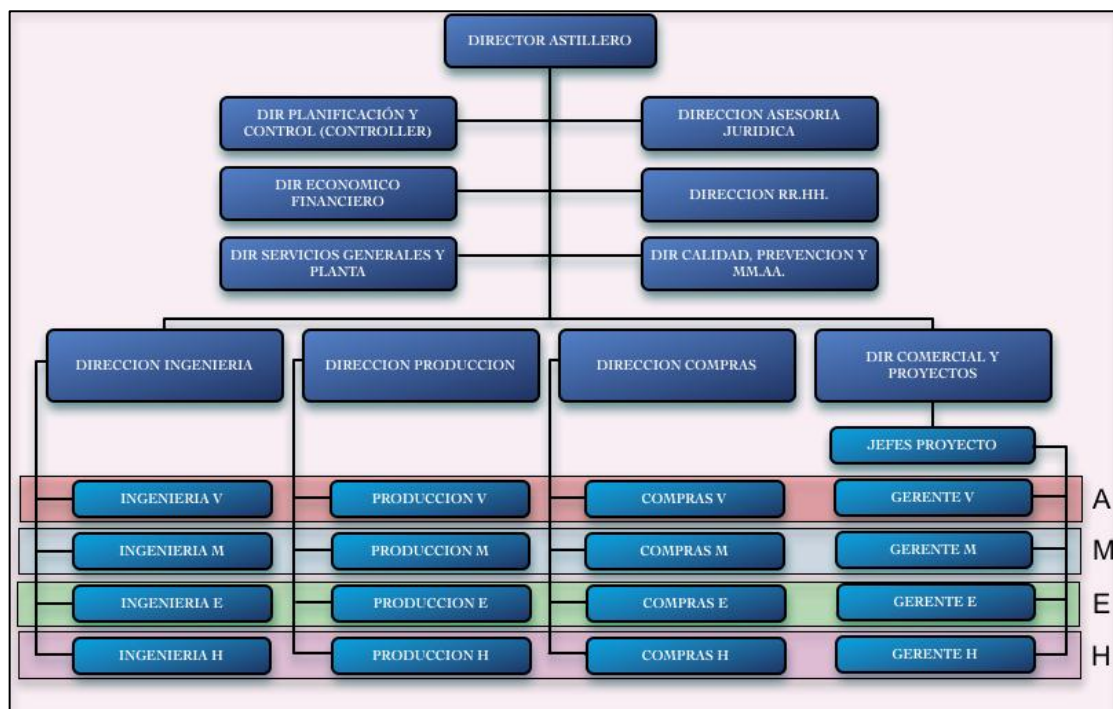


Ilustración 17.- Organización control de costes astillero

Definido el organigrama, los niveles de control de costes son los siguientes:

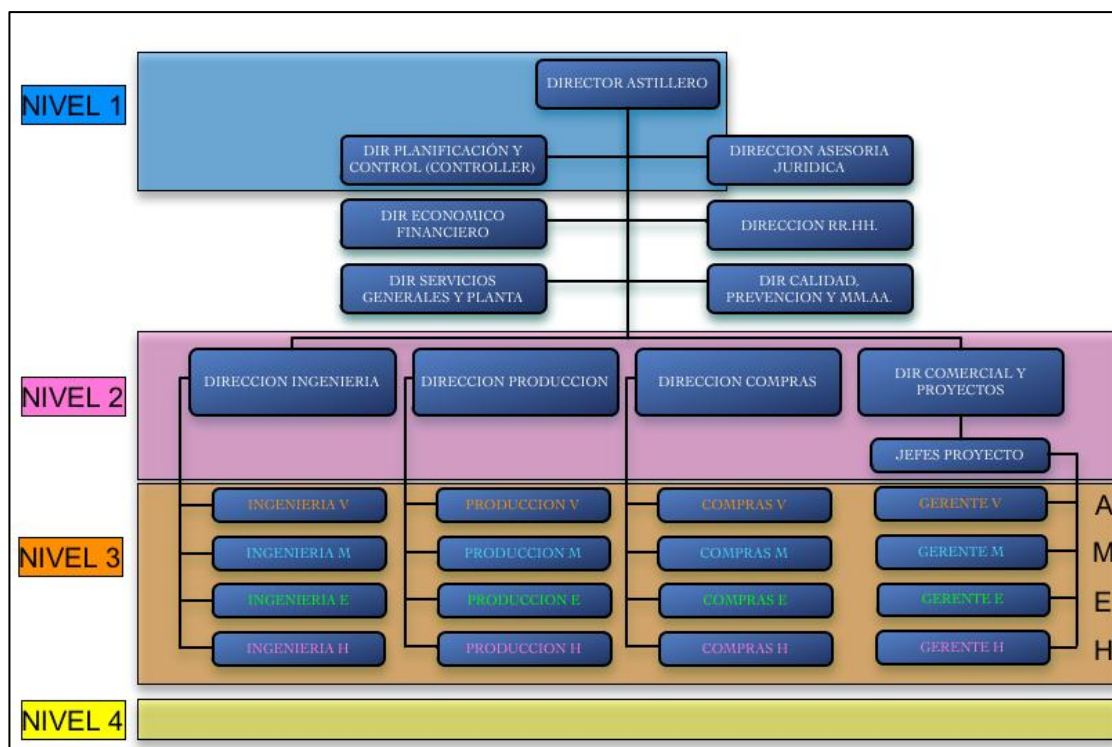


Ilustración 18.- Niveles de control de costes en la organización

Dónde:

- Nivel 1: Los responsables de primer nivel son el Director del astillero y el controller.
- Nivel 2: Los Jefes de proyecto y Directores de departamento integran el segundo nivel de responsabilidad en el control de costes.
- Nivel 3: El tercer nivel está integrado por los responsables de Zona de cada departamento.
- Nivel 4 y sucesivos: En un cuarto nivel se encuentran los colaboradores de los responsables de Zona.

2. Papel de cada miembro del equipo en el control de costes

- Responsables de primer nivel (Director del astillero y *Controller*)

El Director del astillero debe ser el responsable del establecimiento del sistema de control y de la gestión del mismo, apoyado por el *Controller* o Responsable de control de gestión de costes, aunque será el Jefe de cada proyecto el responsable de su aplicación en los proyectos, efectuando el correspondiente seguimiento y control junto con los Directores de Departamento, responsables a nivel departamento y/o centro de coste bajo su responsabilidad y los Gerentes de Zona.

El *Controller* es la figura clave para el control de costes, al ser quien está en el día a día de la implementación y seguimiento del sistema de control de costes y cualquier puesto u operación de la empresa está afectado por su trabajo. Habitualmente desempeña su trabajo dentro del Departamento de Planificación y Control, dada la estrecha relación entre la planificación y el control de costes de los proyectos.

Sus funciones son las siguientes:

- Asegurarse de que los informes/registros financieros y fiscales cumplen con los requerimientos establecidos;
- Supervisar la información que genera la empresa, en especial las predicciones de costes, programas de trabajo, requisitos de personal y tendencias de la productividad;
- Mantener informada a la Dirección de la empresa de cualquier tendencia que pueda afectar a la rentabilidad o la duración de los proyectos, detectada través de la dirección y análisis de los informes de tiempo y coste.
- Mantener el contacto con los diferentes departamentos y asistir a las reuniones relativas a las operaciones del proyecto, para asegurarse de que toda la información que afecte al programa y a los costes sea actualizada continuamente.

- **Responsables de segundo nivel (Directores de departamento y Jefes de proyecto)**

Las funciones de los Jefes de Proyecto y Directores de departamento son necesarias para poder llevar a cabo un control del coste global de cada uno de los proyectos. Sus responsabilidades son:

- Controlar el cumplimiento de los objetivos de coste de los diferentes proyectos;
 - Identificar y corregir posibles riesgos de desviación en coste respecto a los objetivos fijados;
 - Impulsar y controlar la búsqueda e implantación de oportunidades de reducción de costes para cada uno de los proyectos;
 - Gestionar el Diseño Básico, Diseño de Detalle, Subcontratación, Compras, Fabricación y Montaje de cada uno de los proyectos, asegurando su coordinación;
 - Coordinar las posibles interferencias entre Zonas y entre los diferentes proyectos.
- **Responsables de tercer nivel (Responsables departamentales de Zona y Gerentes de Zona)**

Los responsables de tercer nivel atienden tanto el cumplimiento de objetivos de proyecto como de departamento.

Las responsabilidades de los jefes de Zona de cara al control de costes del área bajo su responsabilidad, son:

- Asegurar el cumplimiento de los objetivos de coste de su Zona;
 - Colaborar en el despliegue de objetivos departamentales de cada Zona hasta el menor nivel posible ;
 - Identificar riesgos de desviación en coste respecto a los objetivos marcados en su Zona;
 - Favorecer e impulsar la búsqueda de oportunidades de reducción de costes a nivel global de la Zona y proceder a su implantación;
-

- Realizar el Diseño de Básico, Diseño de Detalle, Subcontratar, Comprar, Fabricar y Montar los elementos que caen en su Zona física, asegurando su coordinación;
- Coordinar las interferencias con el resto de Zonas, a un nivel operativo y dentro de los diferentes departamentos.
- **Responsables de cuarto nivel (colaboradores de los responsables de Zona: jefes de equipo, encargados,...)**

3. Mecanismos de control de costes:

Un buen control de costes no depende exclusivamente del ERP que se utilice en la empresa. De hecho, en los astilleros estudiados, ninguno de los ERP's empleados consigue funcionar como herramienta de integración que permita el seguimiento económico de los proyectos, y es evidente el predominio de hojas de cálculo y bases de datos auxiliares, que son las verdaderas herramientas de control y gestión.

El mecanismo de control de costes no es por tanto un ERP, sino que el ERP es una herramienta auxiliar que ayuda al control de costes. Los elementos que con independencia del ERP de soporte elegido son fundamentales en un sistema de control de costes, ya que de su definición, control y seguimiento depende el éxito del sistema son los siguientes:

- **Presupuesto:** El presupuesto y su descomposición en los elementos que a tal efecto se definan para la realización del seguimiento y control es básico. El buque se divide en zonas, y a las zonas se asignan los sistemas/servicios en que se divide el buque. La presupuestación por sistemas/servicios se hace en base a generadores de coste.
- **Objetivos de coste:** Los objetivos de coste se definen al tiempo que el presupuesto.

La finalidad de la implementación de los mecanismos de control en la organización es la realización del seguimiento y control de ambos elementos: presupuesto y objetivos de coste. Estos mecanismos son:

- Reuniones
- Cuadros de mando
- Herramientas de gestión del presupuesto
- Despliegue de objetivos
- **Dinámica de reuniones**

En la organización deben programarse las reuniones necesarias para realizar un adecuado seguimiento y control de costes en los diferentes niveles de responsabilidad y con el objetivo del seguimiento del control del coste y la transmisión de información sobre desviaciones y/o oportunidades de mejora en ambos sentidos.

- **Cuadros de mando**

Los cuadros de mando deben elaborarse para cada proyecto y ser una herramienta básica para el control de coste del proyecto, además del plazo y de la calidad.

El cuadro de mando debe incluir objetivos de los dos niveles más activos en el control de costes:

- Nivel 2: Directores de Departamento, Gerentes y Jefes de Proyecto
- Nivel 3: Responsables de Zona

- **Herramienta de gestión del presupuesto**

La herramienta de gestión del presupuesto debe ser módulo de un ERP o un programa informático integrado en el ERP de uso en el astillero, destinado a realizar un seguimiento y control del presupuesto, a través de las distintas etapas del Proyecto (Oferta, Anteproyecto, Ingeniería Básica, Ingeniería de Detalle, Fabricación y Pruebas).

La descomposición del presupuesto del buque se graba en la herramienta y permite así realizar el seguimiento del presupuesto y llevar a cabo el despliegue de objetivos a partir del presupuesto revisado en cada una de las etapas de la construcción.

Existen multitud de programas informáticos comerciales como hemos visto en la P1 que pueden servir para este propósito, aunque es preciso tener en cuenta la necesidad de integración entre el ERP y el sistema de control de costes elegido, de manera que el ERP suministre los datos necesarios al sistema de control de costes para el cálculo de los costes de los productos.

Uno de los problemas en la implantación del sistema de control de costes ABC es su integración en el ERP del astillero dado que el funcionamiento de ambos sistemas difiere en cuanto al tipo de datos que los alimentan y el objetivo perseguido. Los ERP se alimentan de datos reales, medidos con gran precisión e inmediatez, y persiguen un objetivo de mejora continua. El sistema ABC sin embargo trabaja con ratios predeterminados en lugar de con costes reales, y se focaliza en la mejora de los costes del producto a través de la identificación de oportunidades de mejora de los procesos productivos.

En la actualidad la mayoría de los ERP comercializados constan de módulos ABC.

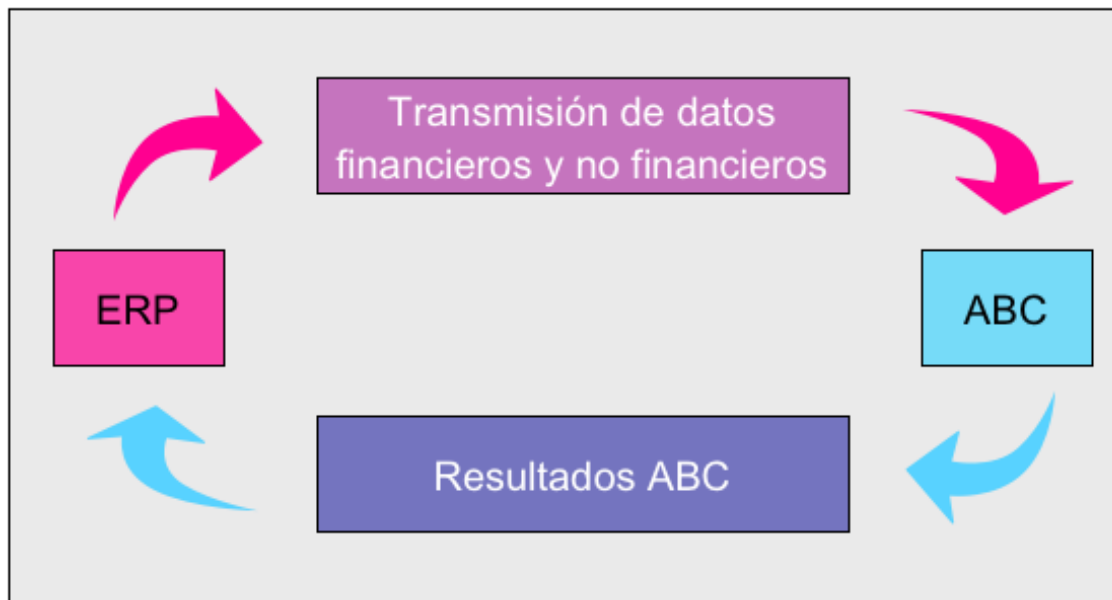


Ilustración 19.- Relación sistema ABC y ERPs^{xv}

Las prestaciones que el ERP o “herramienta” elegida debe aportar al control de costes son las siguientes:

- Posibilidad de gestionar los costes de diferentes construcciones de manera individual;
 - División del presupuesto en Zonas, ya sean éstas funcionales o físicas;
 - El elemento básico del presupuesto debe ser el concepto de Generador de Coste, asignando precios unitarios a cada generador de coste definido en el sistema y ratios de producción;
 - Visión del coste comprometido;
 - Posibilidad de seguir el presupuesto en diferentes etapas (un presupuesto inicial, un presupuesto objetivo y una serie de presupuestos en curso);
 - Posibilidad de generar múltiples informes, de acuerdo con las necesidades de los gestores y sus niveles de responsabilidad;
 - Mantenimiento de responsables de cantidades, precios y ratios de los Generadores de Coste.
 - Posibilidad de generar el despliegue de objetivos de forma automática.
- **Despliegue de objetivos**

El despliegue de objetivos está formado por una serie de contenidos de trabajo, las cantidades objetivo o de referencia asignadas, y los responsables de su cumplimiento. Es importante que cada uno de los responsables tenga una visión completa de cómo afectan sus objetivos y resultado en su zona o ámbito de trabajo. Así pues, cada responsable conoce los objetivos de sus responsables y de sus subordinados, para evitar que en algún momento puedan entrar en conflicto.

El despliegue de objetivos debe realizarse hasta el nivel de ejecución, para cada una de las Zonas, y dentro de éstas, para las distintas etapas del proyecto.

Existen objetivos para cada uno de los Directores de los Departamentos de ingeniería, producción, compras, calidad, Gerentes y Jefes de proyecto, así como para cada uno de los Responsables de ingeniería, compras y producción de cada Zona.

En la misma línea, los objetivos de Zona se desglosan dentro de las mismas, llegando al nivel de ejecución. Es necesaria la transmisión de objetivos concretos por buque que hagan que siempre existan referencias de trabajo a todos los niveles.

El despliegue de objetivos para cumplir este propósito debe proporcionar la siguiente información:

- **Presupuesto:** con datos para cada uno de los Generadores de Coste del presupuesto.
- **Último presupuesto actualizado:** última previsión del valor de cada uno de estos Generadores de Coste, establecido por los diferentes responsables del cumplimiento de los objetivos. Sirve para medir el grado de cumplimiento de los objetivos, e ir diseñando medidas tendentes a minimizar las desviaciones o, en caso de ser necesario, replantearse los indicadores objetivos fijados en el Presupuesto.
- **Último presupuesto actualizado objetivo:** últimos datos aprobados y fijados para para cada uno de los Generadores de Coste del Presupuesto, que pueden diferir de los del Presupuesto por haber sido ajustados antes desviaciones detectadas.

P4.2.2.- EL PROCESO DEL CONTROL DE COSTES

1. Definición del presupuesto

El presupuesto del buque se basa en tres parámetros objetivos:

- **Las cantidades de materiales**, que junto con los contenidos de trabajo de los generadores de coste de los grupos de control del presupuesto conforman los objetivos de diseño de la ingeniería, con el fin de reducir los costes inducidos tanto en compras como en producción.
 - Los objetivos marcados en porcentajes de materiales incorporados en las diferentes etapas se convierten en objetivos para ingeniería durante el diseño.
 - El conocimiento de las cantidades de materiales mejora según avanza el proyecto, al tiempo que se reduce el margen de maniobra para corregir desviaciones.
 - Es fundamental que los sistemas de medición y estimación de cantidades estén correctamente definidos desde el principio del proyecto.
- **Los precios unitarios de los materiales**, que se establecen en el presupuesto para los distintos generadores de coste de materiales, convirtiéndose en los objetivos de compras, que debe garantizar que los materiales estén disponibles para su incorporación en la etapa constructiva en que se ha planificado.

Para la consecución de los precios unitarios es necesario:

- Garantizar el cumplimiento de las especificaciones contractuales durante las fases de diseño y fabricación.
 - Establecer las condiciones de realización de pedidos relativas a su entrega en el astillero.
 - Identificar y cuantificar riesgos.
- **Las productividades o ratios de producción**, que se establecen en el presupuesto para los distintos generadores de coste de producción y se

convierten en los objetivos del departamento, que debe disponer de los medios necesarios para incorporar los materiales en la etapa en que se ha planificado.

La gestión de los procesos productivos es responsabilidad de las áreas funcionales, realizándose en ellas el seguimiento de las productividades mediante:

- El análisis de las mejoras a los procesos.
- La identificación de riesgos y oportunidades.

2. Fijación de los objetivos de coste

Los objetivos definidos para las actividades de Ingeniería, Fabricación y Compras están intrínsecamente relacionados entre sí:

- Los objetivos marcados de cantidades de materiales incorporados en las diferentes etapas definidos en el presupuesto, se convierten en objetivos para la Ingeniería durante el diseño.
- Los precios unitarios establecidos en el presupuesto para los distintos generadores de coste de materiales se convierten en objetivos de Compras.
- Los ratios de Producción establecidos en el presupuesto para los distintos generadores de coste de producción se convierten en objetivos para Producción.

Los generadores de coste van a ser el medio que permite en cada una de las etapas estimar y controlar el coste propio (horas de diseño de Ingeniería) y el coste inducido por el diseño (Ingeniería al diseñar va a inducir unos costes a Compras en los materiales y equipos a comprar, así como a Producción con unas horas de fabricación).

Cada equipo de Zona es responsable de que las cantidades, los ratios de producción y los precios hagan que el coste de su Zona se ajuste al objetivo, proponiendo y ejecutando las acciones necesarias para conseguirlo además de identificar oportunidades de mejora y de reducción de costes.

Antes de abordar cualquier tarea, los responsables de su ejecución deben tener conocimiento anticipado del coste previsto, y de los objetivos a cumplir. Éstos pueden ser diversos:

- En relación a los precios unitarios:
 - Cantidades de materiales
 - Índices de productividad
 - Horas de ingeniería
- En relación a otros ratios:
 - Porcentajes de subcontratación
 - Montaje de tuberías en secciones/bloques, módulos y grada/flote
 - Longitud media de tubos
 - Porcentaje de desecho de cable
 - Coste medio horario de la subcontratación
 - Porcentajes de aprovechamiento de la materia prima para aceros.

A modo de resumen: Ingeniería es responsable de las **cantidades invertidas** en el diseño (horas), y de las **cantidades inducidas** y que inciden en lo que Compras tiene que comprar y en lo que Producción tiene que fabricar. Producción, sin embargo, es responsable del cumplimiento de los **ratios de producción** aunque también deberá ajustarse a las cantidades objetivo marcadas desde Ingeniería. Compras, por su parte, es responsable del cumplimiento a lo que precios unitarios se refiere.

3. Operativa de cada etapa del proceso

La operativa del proceso de control de costes se divide en dos actividades principales de seguimiento y control:

- Control diario del cumplimiento de los objetivos de coste, realizado desde las zonas, por los responsables de tercer nivel en adelante.
- Control periódico de presupuesto, realizado por los responsables de primer y segundo nivel a partir de los datos obtenidos del control de objetivos del punto anterior.

En ambas actividades, Ingeniería tiene un doble objetivo: por un lado, diseñar conforme a las especificaciones pactadas para no inducir desviaciones de coste en cantidades,

precios unitarios y/o rendimientos en los demás Departamentos, y por otro, como integrante del equipo de zonas, el cumplimiento de los objetivos de su zona, para que sus diseños incurran en los costes planificados. Las fases críticas son el anteproyecto y la ingeniería básica, que son las etapas en las que se compromete el coste del buque y donde mayor atención debe prestarse al cumplimiento de los objetivos de Ingeniería.

Durante las fases de diseño de detalle y fabricación, se debe realizar un seguimiento de la evolución de los contenidos de materiales y de trabajo, aunque la posibilidad de influencia en estos aspectos es menor y las mejoras deberán venir por temas de productividad y precios de compra.

- **Control del cumplimiento de los objetivos de coste de las zonas**

La gestión del coste de la zona consiste en un seguimiento dinámico en día a día de la evolución del coste del proyecto con el fin de identificar posibles problemas y anticipar la toma de decisiones para minimizar su impacto. Este seguimiento se realiza desde la fijación del presupuesto de entrada en vigor y hasta la entrega final del proyecto de manera continua.

Los responsables del cumplimiento del objetivo interno de coste de las zonas son los equipos de Zona.

Las tareas a desempeñar en la gestión del coste son las siguientes:

- Valoración de costes inducidos.

Aquellos generados por los contenidos de trabajo en diseño y que por tanto tienen incidencia en producción y aprovisionamientos. Su cálculo se basa en una estimación de cantidades de materiales y contenidos de trabajo que se valoran en sus correspondientes generadores de coste a partir de la documentación técnica.

- Valoración de costes incurridos

Son aquellos que se han materializado en un gasto. Horas invertidas en ingeniería y en producción, así como materiales y equipos comprados o comprometidos. El control de estos costes debe incluir los de subcontratación.

- Comparación con coste objetivo

La valoración de los costes inducidos e incurridos permite comparar el coste global con los objetivos de coste fijados, permitiendo identificar desviaciones.

Cuando la valoración sea superior al objetivo se exigirá el establecimiento de una revisión realista del coste haciendo una detallada revisión de los diseños y estrategias, y así poder eliminar materiales o contenidos de trabajo.

- Generación del Último Presupuesto Actualizado

El Último Presupuesto Actualizado elaborado mensualmente es la mejor estimación del presupuesto de cada zona, teniendo en cuenta los incurridos, inducidos y con las mejores estimaciones que se tengan de los trabajos pendientes.

- Identificación de riesgos y oportunidades

Deben identificarse los riesgos así como un plan de acciones propuestas para minimizar su impacto.

Las modificaciones al contrato deben valorarse individualmente para conocer los costes inducidos por cada una de ellas y poder realizar su seguimiento y detectar cualquier posible desviación.

- **Control de presupuesto**

Para el control del presupuesto, es necesario realizar revisiones periódicas, y un seguimiento dinámico en el día a día de la evolución del coste de los proyectos con objeto de identificar problemas y anticipar la toma de decisiones para minimizar su impacto.

Las revisiones periódicas del presupuesto son de dos tipos principales:

- Revisiones ligadas a hitos específicos del proyecto: puesta de quilla, botadura, pruebas mar, entrega, fin garantía,...;
- Revisiones mensuales ligadas a la elaboración del último presupuesto actualizado.

Cada nueva revisión se realiza con una mayor precisión en la estimación de los contenidos de trabajo, cantidades de materiales, precios de los mismos y ratios de productividad, así como con un mayor nivel de detalle en el desglose del presupuesto. Cada una de las revisiones debe servir como objetivo de coste para las fases siguientes. En caso de detectarse desviaciones que afecten al coste del proyecto se generará un plan de acción para corregir el riesgo.

Las revisiones ligadas a hitos específicos del proyecto son revisiones sistemáticas del presupuesto de fabricación que se realizan durante las distintas fases contractuales. Las más importantes son el presupuesto a la oferta, a la firma del contrato, al final de la ingeniería básica, al final de la ingeniería de detalle y a la entrega del buque.

P4.3.- DESARROLLO CONTABLE DEL SISTEMA DE CONTROL DE COSTES

Aunque los dos sistemas de control de costes estudiados en profundidad en los capítulos anteriores de la tesis (sistema de control de costes por absorción en su variante por órdenes de fabricación o proyecto, y sistema de control de costes ABC) son aplicables al astillero, es el sistema de control de costes ABC que hemos identificado en la P3 como óptimo el que desarrollaremos para su aplicación al astillero.

Esto es así porque un astillero tamaño medio-grande, que puede permitirse el coste de implementación y mantenimiento del sistema ABC ayudado por una herramienta ERP, conseguirá un mayor control y una mayor precisión en la información de costes destinada a la toma de decisiones con este sistema que con el sistema de absorción de costes por proyecto.

El sistema de control de costes por órdenes de trabajo o proyecto, más sencillo en su implementación y mantenimiento que el ABC, puede considerarse como una versión simplificada de éste último, de modo que la definición y desarrollo del sistema ABC que se hace en este capítulo puede servir de base a un posterior desarrollo del sistema de absorción de costes por proyecto aplicable a astilleros de menor tamaño o con un presupuesto que les obligue a decantarse por un sistema de control menos preciso pero más económico.

Como explicamos en la P1 de la tesis, el sistema ABC reparte los costes indirectos a las actividades productivas que los generan, para luego repartirlos a los productos en base a factores de reparto. La premisa sobre la que se basa el sistema ABC es la idea de que las actividades consumen recursos y los productos consumen actividades.

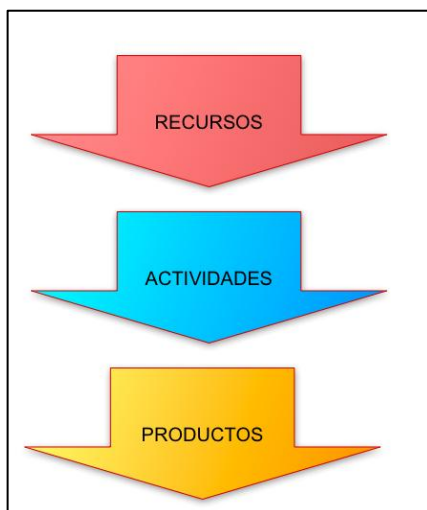


Ilustración 20.- Esquema asignación costes indirectos del sistema ABC

Los pasos a seguir en el desarrollo del sistema ABC para su implementación en el astillero son los siguientes:

1. Identificación de los objetos de coste.
2. Identificación y clasificación de los costes de los productos.
3. Identificación de las actividades realizadas por la organización.
4. Asignación de los costes indirectos de los productos a las actividades.
5. Selección de los generadores de coste de las actividades o bases de reparto de los costes asignados a las actividades a los productos.
6. Cálculo de la tasa unitaria de cada base de reparto.
7. Cálculo de los costes indirectos asignados a los productos.
8. Cálculo del coste total de los productos al añadir todos los costes directos e indirectos asignados a los productos.

Los ocho pasos antes descritos se representan de manera esquemática en la ilustración de la página siguiente, en la que los pasos 1, 2 7 y 8 son comunes a los sistemas de absorción de costes tradicionales, mientras que los pasos 3 , 4, 5 y 6 son específicos del sistema de costes ABC.

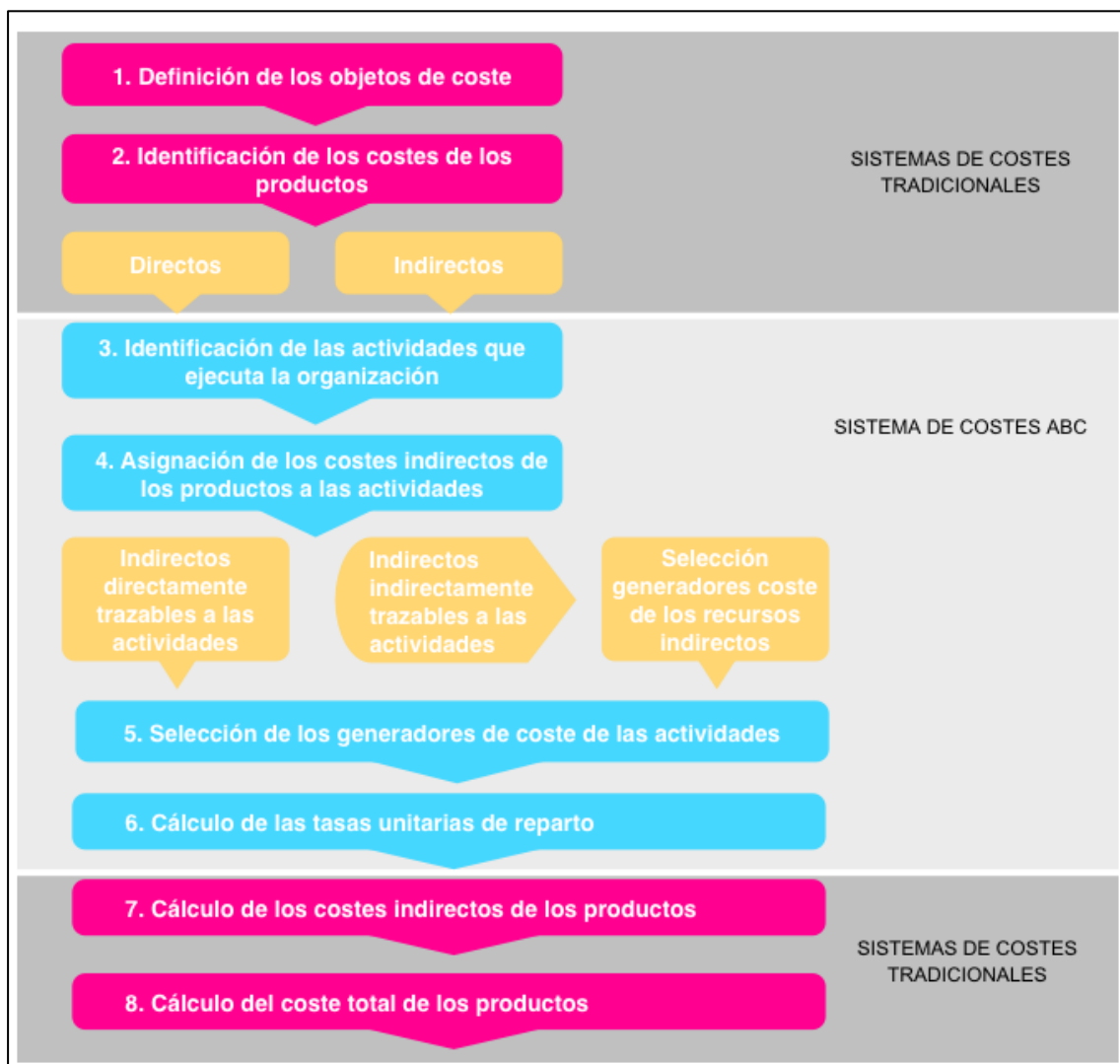


Ilustración 21.- Pasos a seguir en la asignación de costes con ABC

P4.3.1.- IDENTIFICACIÓN DE LOS OBJETOS DE COSTE

Los objetos de coste del astillero son los productos en él fabricados: buques o artefactos. Si en el siglo pasado podíamos circunscribir los productos del astillero a buques o artefactos flotantes, en la actualidad no podemos ceñirnos a esa clasificación, al haberse diversificado de manera considerable el producto final de la instalación fabril (productos offshore tales como módulos de proceso, instalaciones regasificadoras, artefactos productores de energías renovables,...).

En el sistema de control de costes desarrollado en esta tesis nos basaremos en el producto “buque” para la definición de actividades, costes generados y bases de reparto de costes indirectos, sin entrar en las particularidades propias a otro tipo de productos complementarios, en cuya fabricación sería igualmente de aplicación el sistema de control de costes ABC.

A lo largo del desarrollo del sistema de control de costes vamos a hablar de actividades. Las actividades son objetos de coste intermedios en el reparto de los costes indirectos a los productos u objetos de coste finales.

P4.3.2.- IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS COSTES DE LOS PRODUCTOS

En el sistema de costes ABC, los costes se clasifican en costes directos y costes indirectos, reduciendo al mínimo los considerados costes o gastos generales del periodo.

En la aplicación del sistema de control de costes ABC al astillero vamos a distinguir entre:

- Costes directos al producto: aquellos directamente trazables al buque (materias primas, equipos, mano de obra directa,...)
- Costes indirectos al producto: aquellos generados por la actividad productiva pero que no son directamente trazables al buque, y que, por lo tanto, habrá que repartir a través de las actividades que los generan con el consumo de recursos indirectos (mano de obra indirecta, consumos de electricidad y gases,...)
- Costes o gastos generales del periodo: aquellos necesarios para el funcionamiento del astillero como instalación que alberga el proceso productivo pero de difícil reparto al buque, siendo este reparto más costoso que el beneficio que de él pueda obtenerse a los efectos del control de costes.

En general, los gastos generales del periodo guardan relación con la definición de la capacidad productiva del astillero, puesto que son normalmente proporcionales a ésta, de manera que a mayor capacidad productiva nominal mayor será el importe de los gastos generales considerados como del periodo.

De modo resumido, estos costes son:

1. Costes directos del producto

Los costes directos generados en la fabricación del producto se imputan directamente contra el buque o construcción que los genera. A mayores de su contabilización en unidades monetarias, se definen unas unidades de medición o control que se detallan en el anexo A.2. Estas unidades se emplean en el reparto de costes indirectos, establecimiento de ratios de productividad y objetivos de coste, entre otros.

Los costes directos generados en el astillero son principalmente de cuatro tipos:

- Horas de mano de obra directa (horas de m.o.d.)
- Materiales
- Subcontratación
- Servicios

- **Horas de m.o.d.**

El coste de las horas de mano de obra directa se imputa primero contra la actividad o actividades que las generan, para ser finalmente agrupadas e imputadas contra el objeto de coste o buque para el que se realizan.

Este coste total de la mano de obra directa se calcula multiplicando el número de horas por la tasa horaria definida previamente para cada departamento y/o gremio.

La tasa horaria con la que se calcula el coste de la mano de obra directa, aun cuando se considera un coste directo, incluye también costes indirectos asociados a la misma tales como:

- Salario bruto
- Seguridad social
- Porcentaje medio anual de absentismos
- Porcentaje medio anual de subactividad
- Seguros de vida y accidente de la plantilla directa

La tasa horaria tiene un valor diferente por departamento y/o gremio y según se trate de horas normales u horas extras. El valor de la tasa se calcula a principio de año con datos del año anterior, y se regulariza a final de año, imputando la desviación tanto positiva o negativa de la misma contra los diferentes proyectos y de acuerdo al número de horas consumidas por cada uno de ellos.

- **Materiales**

Definimos dos tipos de materiales que se consideran costes directos y se imputan directamente contra los productos:

- Los materiales que se compran para un producto determinado y pasan a formar parte del mismo durante el proceso de fabricación (tales como acero, equipos, tubería, cable,...). Estos materiales se imputan directamente al mismo en el momento de la recepción del material, no de su consumo. Una vez imputado su coste al proyecto, este material forma parte del stock de proyecto hasta el momento de su consumo.

Este tipo de materiales se compran específicamente para cada buque fabricado, buque que ya se identifica en el pedido efectuado por el departamento de compras, por lo que es un coste asociado al buque en su totalidad, sobrantes y mermas incluidos.

Tradicionalmente no sucede así sino que el coste del material se imputa en el momento del consumo del mismo o incorporación al proceso productivo, permaneciendo hasta ese momento en el inventario de materia prima. Este es un planteamiento correcto desde un punto de vista contable y especialmente en el caso de instalaciones fabriles que desarrollan procesos de fabricación que consumen materia prima de este inventario y ésta es común a los diferentes productos a fabricar. Pero este no es el caso del astillero y el buque, en el que los materiales son específicos de cada construcción de modo que puede considerarse como coste del proyecto en el mismo momento de su recepción al no ser factible su uso en otras construcciones o estar éste muy limitado.

Otra implicación de lo anterior es la consideración de la actividad de compra de materia prima y equipos como actividad más de la fabricación del buque, ya que es un proceso que se desarrolla para cada buque en función de la especificación técnica de éste.

En el caso de los sobrantes, especialmente de acero, el ingreso obtenido con la venta de chatarra se imputa al buque.

- Los materiales que se compran con carácter general para su uso en los procesos productivos de los distintos buques en fabricación (tales como hilo de soldar, flux y electrodos...) generan stock general y forman parte del inventario de materia prima hasta el momento de su consumo, en el que se imputan contra el buque en cuya construcción se empleen.

En este segundo caso la imputación no es tan simple, al ser materiales de uso general, y no se realiza de forma directa, sino a través de la imputación de las horas de mano de obra directa de los trabajadores que los emplean. Así, cada vez que un trabajador retira uno de estos materiales, debe indicar su número de empleado o matrícula y la orden de trabajo correspondiente. La herramienta informática del astillero para el control de costes cruzará los datos de número de matrícula del trabajador, orden de trabajo, material retirado y proyecto al que pertenece la orden de trabajo y al que se han asignado las horas del trabajador en una fecha determinada, asignando el coste del material retirado a la misma orden de trabajo y proyecto al que se han asignado las horas del trabajador.

Existe un tercer grupo de materiales que forma parte de los costes indirectos y está integrado por consumibles de máquinas, epis y pequeña herramienta, cuya asignación directa al proyecto sería demasiado costosa y sin ofrecer fiabilidad por lo complicada que resultaría.

- **Subcontratación**

La subcontratación tiene un tratamiento diferente según se trate de subcontratación de trabajos de m.o.d. realizados en el propio astillero o no.

- En el caso de la subcontratación de trabajos de m.o.d. realizados en el propio astillero, y con independencia de que éstos se realicen en ingeniería o en producción, y de que se facturen como paquete cerrado o por horas de

administración, el coste se imputa de igual manera que las horas de m.o.d. propia.

El coste a imputar es igual al número de horas por el precio hora de cada pedido/contrato (bien se establezca en el pedido/contrato, bien se calcule en función del coste de la subcontratación entre las horas de trabajo o presencia del personal de la subcontrata en las instalaciones del astillero), pero siempre deben contabilizarse las horas de trabajo a los efectos de tenerlas en cuenta de cara al reparto de costes indirectos relacionados con la mano de obra directa.

- En el caso de subcontrataciones que no impliquen trabajos de m.o.d. realizados en el astillero, el coste se imputa directamente contra proyecto como coste directo.

Existe un tercer caso, que es el de trabajos a realizar por m.o.d. propia que finalmente son subcontratados, y no se realizan en el propio astillero. Si en el presupuesto del buque se han considerado como trabajos a efectuar por m.o.d. propia y por tanto a participar en el reparto de costes indirectos relacionados con la m.o.d., en caso de ser subcontratados deben imputarse como coste directo contra proyecto y corregirse el presupuesto de horas de m.o.d. en la última revisión actualizada realizada tras a la decisión de subcontratación.

- **Otros costes directos**

Otros costes considerados como directos son aquellos costes necesarios para la fabricación del buque y directamente trazables a este fuera de los costes directos tradicionales (materiales, mano de obra y subcontratación). Muchas veces se trata de costes generalmente tratados como costes indirectos en otros sistemas de control de costes pero que en el sistema ABC se consideran directos debido al principio de funcionamiento de este sistema que busca la trazabilidad e imputación de todos los costes al producto.

Ejemplos de estos otros costes directos son:

- Viajes relacionados con el proyecto/cliente. Éstos se imputan directamente al buque en relación al cual se efectúan.
- Suministros y suplidos destinados a las oficinas y al equipo de proyecto del armador en el astillero. Es común que el armador disponga de un local en las oficinas del astillero para el personal desplazado durante la construcción del buque, suministrando el astillero materiales y servicios tales como telefonía, material de oficina, reprografía,... Los costes relacionados con todo el material y servicios prestados al equipo de proyecto del armador se imputan directamente contra buque.
- Homologaciones de mano de obra y procedimientos de fabricación (como los de soldadores y soldadura, por ejemplo) específicos para una construcción o buque.
- Seguros y avales específicos del buque o de su construcción.
- Financieros: intereses devengados por créditos para la construcción.
- Combustibles, lubricantes,...cuando forman parte de los pertrechos del buque necesarios para la realización de pruebas o para su entrega al armador.

2. Costes indirectos del producto

Los costes indirectos generados en la fabricación del buque, se reparten a las actividades, y de ahí a los productos o buques. Al igual que en el caso de los costes directos, a mayores de su contabilización en unidades monetarias, se definen unas unidades de medición o control que se detallan en el anexo A.2.

Los costes indirectos principales identificados son los siguientes:

- Horas de m.o.i.,
- Consumos industriales varios,
- Alquileres y licencias informáticas,
- Material de oficina,
- Mobiliario de oficinas,
- Mobiliario talleres,
- Mantenimiento instalaciones generales, productivas y de sistemas informáticos,
- Amortizaciones de maquinaria,

- Material y pequeña herramienta productiva,
 - Epis,
 - Servicios subcontratados o externalizados (servicio de limpieza de instalaciones),
 - Servicios medioambientales: Gestión de residuos e inspecciones medioambientales,
 - Servicios de calidad: Inspecciones y auditorías del sistema ISO,
 - Servicios de prevención: Inspecciones y auditorías del sistema OSHAS,
 - Homologaciones soldadores y procedimientos de soldadura genéricos,
 - Viajes.
-
- **Horas de m.o.i.**

Dentro de la mano de obra indirecta, diferenciamos varios tipos:

- **M.o.i. actividades productivas:** Se entienden por actividades productivas en este caso aquellas que se realizan dentro del departamento de producción.
- **M.o.i. actividades de servicios:** Se entienden por actividades de servicios aquellas realizadas por los departamentos de ingeniería, compras, planta, calidad, prevención y medioambiente, recursos humanos, económico financiero, jurídico, planificación y control y comercial y proyectos.

La mano de obra indirecta correspondiente a directivos no se asigna a ninguna actividad, sino a gastos generales. Se consideran directivos el Director del astillero y los Directores de departamento.

- **Consumos industriales**

Los consumos industriales del astillero son:

- Agua: empleado con usos sanitarios en oficinas y aseos y vestuarios de producción y con uso industrial en talleres e instalaciones, fundamentalmente para limpieza.

- Electricidad: empleada tanto para alumbrado como para el funcionamiento de equipos informáticos, maquinaria de taller, puentes grúa y grúas de grada y muelle.
- Gases industriales (oxígeno, dióxido de carbono, acetileno, nitrógeno, propano): empleados en las actividades de fabricación, y principalmente en trabajos de corte y soldadura, así como en cabinas de pintura.
- Gasóleo: empleado en medios auxiliares tales como carretillas, grúas móviles, camiones, plataformas.

En el astillero es necesario establecer la segregación de consumidores que permita conocer el consumo real de cada taller u oficina, para poder realizar un reparto de costes fiable.

- **Alquileres y licencias informáticas**

Los alquileres y licencias informáticas incluyen los costes de los servicios de alquiler de hardware y de licencias informáticas de uso diverso. Esto incluye los costes de ordenadores, servidores, equipos de reprografía, licencias de programas de cálculo y diseño, ERPs, paquete Office,....

El coste de alquileres y licencias se divide entre coste de alquileres y licencias de ingeniería y coste del alquileres y licencias del resto de departamentos. Esto es así porque en el departamento de ingeniería los equipos informáticos tendrán mayores prestaciones al tener que soportar programas de cálculo y diseño 3D específicos. Asimismo, las licencias de adquisición y mantenimiento de estos programas específicos del departamento tienen un alto coste. Sin embargo en el resto departamentos se emplean equipos estándar que sólo tendrán que soportar licencias office, ERP y como mucho alguna licencia CAD.

- **Mantenimiento instalaciones generales, productivas y de sistemas informáticos**

Este grupo de costes indirectos lo forman:

- Materiales de mantenimiento y reparaciones (respetos).
- Servicios de mantenimiento subcontratados.
- Contratos de mantenimiento o garantía para ciertas máquinas.
- Inspecciones legales realizadas.
- Lubricantes y productos químicos.
- Herramienta específica de los trabajos de mantenimiento.
- Medios auxiliares necesarios para efectuar los trabajos de mantenimiento.
- Mano de obra propia.
- **Material de oficina**

Los costes de material de oficina son:

- Papel, plástico, cartulina
- Tóneres de tinta
- Material menudo: bolígrafos, lápices, gomas de borrar, typex,...
- Pequeña herramienta: grapadoras, taladros, encuadernadoras, plastificadoras, sacapuntas, calculadoras,...
- **Mobiliario de oficinas**

Este grupo de costes indirectos lo constituyen los costes en mobiliario no sujeto a amortización, tales como puedan ser archivadores, armarios, cajoneras, mesas, sillas, cuadros....

- **Mobiliario de taller**

Este grupo de costes indirectos lo constituyen los costes en mobiliario no sujeto a amortización, tales como puedan ser archivadores, armarios, cajoneras, mesas, sillas, cuadros, taquillas....

- **Amortizaciones de maquinaria**

Las amortizaciones de la maquinaria se ajustan al tipo de amortización legal aplicable a cada grupo de maquinaria. El coste indirecto incluye la dotación a la amortización anual

del inmovilizado material. La dotación para el inmovilizado inmaterial se considera como gasto del período (ver capítulo P4.4).

- **Material y pequeña herramienta productiva**

Este grupo de costes indirectos lo forman:

- herramientas no amortizables (martillos, amoladoras, cintas métricas, radiales,...)
- consumibles de las herramientas no amortizables y otras herramientas productivas (discos corte y repasado, boquillas, tizas,...)

- **Epis**

Los epis son los equipos de protección individual utilizados por los trabajadores e incluyen buzos, cascos, arneses, filtros, máscaras, tapones oídos, gafas seguridad,...

- **Servicios subcontratados o externalizados**

Servicios tales como la limpieza de las instalaciones y el suministro de productos necesarios para ello se incluyen en esta partida.

- **Servicios medioambientales: Gestión de residuos e inspecciones medioambientales**

Esta partida de costes incluye tanto la gestión de los residuos generados durante los procesos de fabricación (escorias, virutas, maderas, chatarra de distintos metales,...) como el coste de auditorías e inspecciones requeridas para el mantenimiento del sistema ISO (auditorías internas y de entidad certificadora, inspecciones de obligado cumplimiento de acuerdo a la certificación).

El material necesario para el cumplimiento del plan medioambiental también se incluye aquí (sepiolita, paños y trapos, aparatos de medición,...)

- **Servicios de calidad: Inspecciones y auditorías del sistema ISO**

Esta partida de costes incluye el coste de auditorías e inspecciones requeridas para el mantenimiento del sistema ISO (auditorías internas y de entidad certificadora, inspecciones de obligado cumplimiento de acuerdo a la certificación).

Asimismo incluye los costes de las homologaciones de procedimientos de soldadura y soldadores. Tanto los soldadores como los procedimientos de soldadura por ellos utilizados en los procesos de fabricación deben estar homologados, y las homologaciones ser renovadas con la periodicidad que obligue la norma.

Aunque cada proyecto tiene unos requisitos específicos en relación a la normativa aplicable a los trabajos de soldadura, existe una serie de homologaciones generales, además de una sección dentro del departamento de calidad dedicada al seguimiento y control de la implementación de estos requisitos en los proyectos.

El coste indirecto de calidad asociado a las homologaciones de soldadores y procedimientos de soldadura incluye entre otros:

- horas de mano de obra dedicadas por los soldadores a la realización de las homologaciones,
 - horas de m.o.i. del ingeniero de soldadura,
 - coste de materiales: probetas, hilo, botellas de gases,...
 - coste de inspección y ensayos de probetas.
- **Servicios de prevención: Inspecciones y auditorías del sistema OSHAS**

Esta partida de costes incluye el coste de auditorías e inspecciones requeridas para el mantenimiento del sistema OSHAS (auditorías internas y de entidad certificadora, inspecciones de obligado cumplimiento de acuerdo a la certificación).

El material necesario para el cumplimiento del plan de prevención también se incluye aquí (extintores, lavatorios ojos y manos, ,...).

- **Viajes**

Mientras que los costes de los viajes relacionados con los proyectos en curso se imputan directamente contra estos como costes directos, el coste de todos los demás viajes se considera un coste indirecto.

Sólo los viajes del personal directivo relacionados con el ejercicio de sus funciones de dirección se consideran gastos del periodo.

Los costes indirectos considerados como del periodo se detallan en el capítulo P4.4.

P4.3.3.- IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR LA ORGANIZACIÓN

En la P3 de la tesis identificamos la planta óptima para un astillero, con las áreas y zonas productivas necesarias para la fabricación del producto o buque.

Ahora, es necesario definir las actividades productivas que en ellas se realizan para posteriormente identificar y agrupar los costes indirectos que genera cada una de estas actividades, dado que el reparto de los costes indirectos a los productos se realiza a través de las actividades.

Las actividades están constituidas por la agregación de varias tareas u órdenes de trabajo. Es posible alcanzar un alto nivel de detalle en la definición de las actividades, pero el número de actividades a realizar durante la fabricación de un buque es tan extenso que es necesario agruparlas a fin de no crear un sistema de control de costes excesivamente complejo.

La agrupación se realiza en base a actividades similares (homogéneas) que comparten costes indirectos a repartir a las actividades con una misma base de reparto o generador de coste.

El número final de actividades a considerar o nivel de agregación depende de la relación coste-beneficio, sin que haya un número máximo o mínimo pre-establecido. El beneficio en términos de fiabilidad de la información de los costes obtenido al tratar a una actividad de manera independiente en lugar de agregarla debe ser superior al coste que ello produce. En general, los dos factores más importantes a tener en cuenta en la decisión serán el coste total de la agrupación de actividades (a mayor coste de una actividad agrupada mayor necesidad de extremar el control de costes de cada una de las actividades o tareas que la componen) y la fiabilidad que se puede obtener en el reparto de dicho coste total a los productos con el empleo de un único generador de coste común a todas las actividades así agrupadas.

Debe tenerse en cuenta que cuanto mayor sea el número de actividades definidas, mayor será la complejidad y por tanto el coste del sistema.

Las actividades identificadas en el proceso de fabricación de un buque se encuentran resumidas en el anexo A.2, junto con la identificación de los costes que se generan en su realización, tanto directos como indirectos.

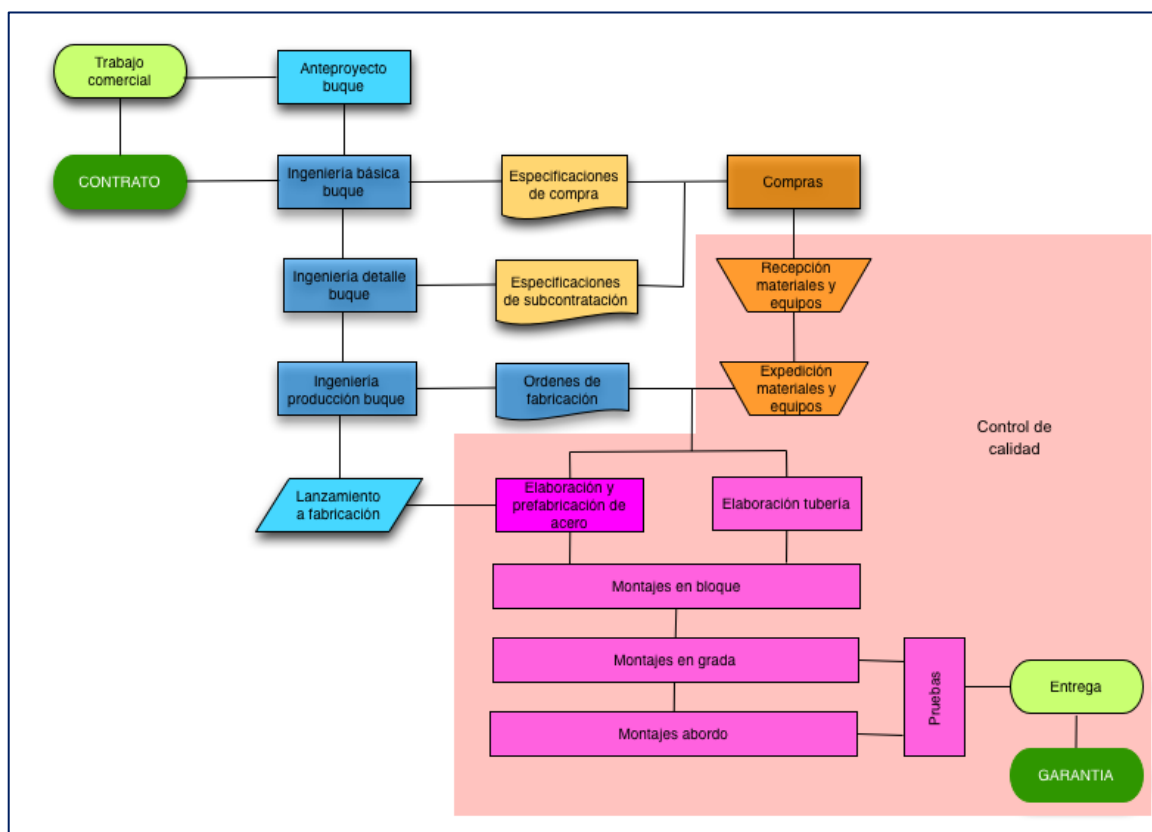


Ilustración 22.- Diagrama de actividades de la construcción del buque

Las principales agrupaciones de actividades son las siguientes:

- **Actividades de ingeniería**
 - Anteproyecto
 - Ingeniería básica
 - Ingeniería detalle
 - Ingeniería de producción

Estas cuatro actividades de ingeniería engloban a otras más detalladas pero similares entre sí y en los costes indirectos generados. Podrían englobarse en una sola actividad, pero es preferible mantenerlas por separado por el consumo que hacen de los recursos:

- Las tareas pertenecientes a la sección de anteproyectos responden a estudios muy especializados, que a menudo implican subcontrataciones de trabajos (ensayos de canal, por ejemplo). Además es habitual el uso de programas informáticos de elevado coste y mantenimiento, junto con la presencia de mano de obra directa e indirecta altamente cualificada y con altos salarios en relación al resto de empleados del departamento de ingeniería. El ratio horas de m.o. indirecta vs horas de m.o. directa es también superior que en el resto de secciones al participar activamente en la elaboración de ofertas comerciales.
- Ingeniería básica y de detalle. Existen diferencias sensibles entre estas dos secciones que obligan a su separación en dos actividades:
 - El número de recursos que trabajan en ingeniería de detalle es muy superior al de recursos empleados en ingeniería básica, siendo además mayoritariamente subcontratados.
 - Los recursos de la sección de ingeniería básica son normalmente más cualificados que los de la sección de ingeniería de detalle.
 - El volumen de planos/hojas de plano generados por trabajador es muy superior en la sección de ingeniería de detalle a la de ingeniería básica.
- La sección de ingeniería de producción se encarga básicamente de la preparación de las copias necesarias de planos para su envío a taller/cliente así como de la apertura de órdenes de trabajo y listas de materiales asociadas, realizando un trabajo administrativo con un alto consumo de papel, pero sin la necesidad de uso de programas informáticos de elevado coste y mantenimiento.
- **Actividades de producción**
 - Elaboración
 - Prefabricación
 - Fabricación

- Montaje
- Elaboración de tubería
- Montaje de tubería en módulo
- Montaje de tubería en bloque
- Montaje de tubería abordó
- Montaje de tubería de obra
- Montaje de calderería en módulo
- Montaje de calderería en bloque
- Montaje de calderería en abordó
- Montaje de equipos
- Trabajos eléctricos en módulos
- Trabajos eléctricos en bloques
- Trabajos eléctricos abordó
- Trabajos de acomodación
- Botadura
- Andamios
- Auxilios a la construcción
- Pintura
- Cama de construcción
- Pruebas

Las actividades desarrolladas para la fabricación del buque en el departamento de producción se agrupan en función del tipo de tarea y recursos que emplea, diferenciando fundamentalmente actividades intensivas en horas máquina de actividades intensivas en horas hombre, puesto que los costes indirectos generados serán muy diferentes en cada caso, tanto en su importe como en su generador.

Así:

- Elaboración, agrupa a las actividades de corte y biselado y de conformado de chapa y perfiles, actividades en las que predominan las horas máquina y están sujetas por tanto a elevados costes de mantenimiento, amortizaciones y consumos. En esta sección se realiza la inversión en maquinaria más importante

de todo el astillero, medios de elevación y transporte aparte. Estas actividades se realizan normalmente en un taller independiente denominado taller de elaboración o elaborado.

- Fabricación, agrupa a las actividades de prefabricación de conjuntos y fabricación de bloques. En ellas predominan las actividades de m.o.d., tanto en actividades de calderería como de soldadura, a diferencia de la actividad de elaboración. Se desarrollan en talleres independientes: taller de previas, para fabricación de paneles y conjuntos, y taller de fabricación, para fabricación de bloques.
- Montaje, agrupa las actividades de aceros realizadas en grada y a muelle. Nuevamente predominan las actividades de m.o.d., en este caso principalmente de soldadura. Si bien en las actividades precedentes la m.o.d. empleada es fundamentalmente propia en todos los astilleros (justificado por el coste de la maquinaria y la necesidad de contar con personal especializado en su manejo) a partir de la actividad de montaje se incrementa la presencia de la m.o.d. subcontratada.
- Elaboración de tubería, se lleva a cabo en el taller de tubos y agrupa a las actividades de fabricación de tubos (corte y biselado, conformado y soldadura) para su posterior montaje en bloque, módulo y grada o muelle. Aunque tienen un elevado componente de m.o.d., también presentan un elevado volumen de horas máquina.

Dependiendo del nivel de detalle al que se quiera llegar, es posible subdividir esta actividad en dos: corte y conformado de tubería, y soldadura de tubería. En esta tesis se estudia como una sola actividad, debido a la tendencia actual de los astilleros en subcontratar la elaboración de los tubos, que hace que la producción del taller sea poco representativa en la producción global de las secciones de que consta el astillero, así como por el alto coste de la maquinaria específica de soldadura, que iguala en muchos casos a la de corte y conformado de tubería (máquinas de soldadura orbitales con control numérico).

- Montaje de tubería en módulo, bloque y abordó. Las tres actividades de montaje de tubería se diferencian simplemente en el lugar en el que se montan

los tubos (en módulo en el taller de módulos, en bloque en el taller de bloques y abordó en grada o muelle), lo que debido a la segregación de costes de consumos (electricidad y gases), impide su agrupación en una única actividad. Además, tanto los recursos directos como indirectos de mano de obra son comunes a las 3 actividades, por lo que la necesidad de controlar los ratios de montaje cuando la mano de obra es la misma hace también inviable la agrupación.

- Montaje de tubería de obra. El montaje de tubería de obra es diferente las actividades de montaje de tubería mencionadas en el apartado anterior, puesto que este caso la actividad consume no sólo horas de mano de obra, sino que también consume materia prima. Esto es así porque los materiales a montar no han sido procesados previamente en el taller de tubos, sino que se procesan directamente en el montaje. Los costes asociados a la actividad son mayores debido a este hecho. Es tubería principalmente de politubo flexible o de acero de pequeño diámetro y espesor (tubería hidráulica).
- Montaje de calderería en módulo, en bloque y abordó. Se entiende por calderería todo el acero secundario, constituido por polines de equipos, soportes de tubería, puertas, escotillas, pescantes,...Este caso es similar al del montaje de tubería (según se monte en módulo en el taller de módulos, en bloque en el taller de bloques y abordó en grada o muelle). Tanto los recursos directos como indirectos de mano de obra son comunes a las tres actividades, pero la necesidad de disponer de ratios de montaje para cada actividad unido a la segregación de los consumos en base a zonas físicas hace inviable a agregación de las tres actividades en una única actividad de montaje de calderería.
- Montaje de equipos. El montaje de equipos agrupa todas las actividades de montaje de equipos que tienen lugar durante la construcción del buque, ya sea en bloque, módulo o a bordo. Normalmente, la mayoría de los equipos se montan en grada, debido a la necesidad de pintar los bloques antes de subirlos a la grada. Los equipos deben protegerse antes del chorro por los daños que éste o la pintura les puedan ocasionar, y el coste de esta protección junto con el

riesgo de causar daños hace que normalmente se monten directamente en grada.

- Trabajos eléctricos en módulos, bloques y abordó. Similar a los casos de montaje de tubería y de calderería (según se monte en módulo en el taller de módulos, en bloque en el taller de bloques y abordó en grada o muelle), y en este caso relativo a los trabajos eléctricos a realizar.
 - Trabajos de acomodación. Consiste en la actividad de montaje de aislamientos, realizada principalmente abordó. Los aislamientos pueden ser acústicos o térmicos y su montaje consume recursos de m.o. y pequeña herramienta auxiliar.
 - Botadura. La actividad de botadura agrupa todas las tareas previas, durante y posteriores a la botadura: preparación de imadas, cierre de tapones, escotillas, ..., inspección previa y posterior de los tanques de fondo,...
 - Andamios. Se trata de una actividad auxiliar, consistente en el montaje y desmontaje de andamios auxiliares a la construcción, que consume principalmente mano de obra. A menudo es un servicio externalizado, total o parcialmente.
 - Auxilios a la construcción. En esta actividad se incluyen todas las tareas logísticas de traslados de materiales, equipos y elementos fabricados entre centros de trabajo así como aquellos elementos móviles empleados en estos traslados.
 - Pintura. La actividad de pintura agrupa a actividades de chorro, aplicación de pintura y secado. Consume recursos de mano de obra, materiales (granalla y pintura) y de consumos (electricidad y propano), y se realiza en las cabinas de pintura.
 - Cama de construcción. Esta actividad engloba todas las tareas de preparación de la cama de construcción de un buque, ya sea en grada o en dique o ambos.
 - Pruebas. Pruebas agrupa a todas las actividades relacionadas con las pruebas de equipos y del buque:
 - Pruebas FAT (de equipos en fábrica)
 - Mechanical completion, a la finalización de la instalación de un servicio completo.
 - Precommissioning, a la puesta en marcha del servicio.
-

- Commissioning, a las pruebas de mar.

Así como el mantenimiento de los equipos desde que son instalados y hasta la entrega del buque al armador.

- **Planta**

En planta se incluyen las actividades de mantenimiento desarrolladas en el astillero y la seguridad de las instalaciones, y el departamento depende directamente del Director del astillero. Las actividades de mantenimiento son todas aquellas actividades destinadas al mantenimiento de las instalaciones y maquinaria del astillero, para asegurar su correcto funcionamiento durante la duración prevista de su ciclo de vida.

Las actividades se agrupan en:

- Mantenimiento de instalaciones generales, que a su vez se subdivide en dos actividades:
 - Mantenimiento de equipos y sistemas informáticos
 - Mantenimiento de instalaciones (edificios y servicios de los mismos: calefacción, aire acondicionado, mobiliario,...)
- Mantenimiento de instalaciones productivas, que se engloba a las siguientes actividades:
 - Mantenimiento de la maquinaria de elaboración.
 - Mantenimiento de la maquinaria de fabricación.
 - Mantenimiento de los medios auxiliares.
 - Mantenimiento de los medios de elevación.
 - Mantenimiento instalaciones pintura.
 - Mantenimiento redes suministro (eléctrica, gases, agua).
 - Mantenimiento y calibración de equipos de medición y control.

En cada una de las actividades, con el propósito de obtener información relevante de los costes incurridos, se registran costes de mantenimientos preventivos y correctivos, diferenciándose entre mantenimiento interno y externo.

- **Actividades de compras:**

En compras se definen tres actividades principales:

- Compras, que agrupa las compras de materiales, equipos y compras para servicios generales.
- Subcontratación, que agrupa las subcontrataciones para buque y para prestación de servicios generales.

Tanto en compras como en subcontratación se realizan las tareas de:

- Elaboración de especificaciones de compra,
 - Petición de ofertas y negociación con proveedores,
 - Emisión de pedidos.
- Almacenes, que agrupa almacenes de materia prima de acero, tubería y almacén general. Las tareas realizadas son las siguientes:
 - Recepción de materiales,
 - Almacenamiento y conservación de los mismos,
 - Expedición de materiales de acuerdo a las órdenes de fabricación.

- **Actividades de calidad, prevención y medioambiente:**

En calidad, prevención y medioambiente se definen las actividades:

- Calidad, engloba a las actividades de mantenimiento del sistema de calidad y de control de calidad en las instalaciones y construcciones en curso. Estas actividades son:
 - Calidad propiamente dicha, que engloba las tareas de:
 - Gestión del sistema ISO,
 - Calidad de los procesos productivos,
 - Ingeniería de soldadura.
 - Control de calidad de proyectos, que engloba las tareas de:
 - Plan de calidad del proyecto,

- Controles dimensionales y visuales,
 - END
 - Control de tratamiento superficial.
- Prevención engloba a las actividades de mantenimiento del sistema de prevención (OSHAS) y de control y seguimiento de la implementación del plan de prevención de riesgos en las instalaciones y construcciones en curso. Incluye así mismo la vigilancia de la salud.
 - Medioambiente, engloba a las actividades de mantenimiento del sistema de medioambiente y de control y seguimiento de la implementación del plan medioambiental en las instalaciones y construcciones en curso.
 - **Actividades de recursos humanos:**

En recursos humanos se definen las siguientes actividades:

- Administración de personal, que agrupa actividades de gestión de nóminas y seguros sociales y control de presencia y absentismos.
- Desarrollo (formación), que agrupa la gestión de las actividades formativas a desarrollar sobre la plantilla.
- Selección de personal, que agrupa las actividades de selección de personal de acuerdo a los requisitos de cada puesto a cubrir.
- Relaciones laborales, que agrupa las actividades de relación y negociación con los representantes de los trabajadores y los trabajadores mismos.
- Relaciones sociales, que agrupa a las actividades desarrolladas con organizaciones del entorno del astillero así como la gestión de los beneficios sociales existentes en el mismo para los trabajadores.
- **Actividades económico-financieras:**

Las principales actividades económico financieras son las siguientes:

- Seguros y avales, que engloba todas las actividades de gestión de pólizas de seguro y avales, tanto para el astillero como para las construcciones.

- Contabilidad y tesorería, englobando las actividades de contabilidad de facturas de clientes y proveedores, control de caja, previsiones de fondos...
- Fiscal, para la preparación de informes y documentación para la gestión de las obligaciones tributarias de la empresa y de los contratos suscritos.
- Auditoría interna, realizando tareas complementarias a los auditores externos, buscando mejorar los resultados económicos del astillero.
- Financiación e inversiones, relaciones con bancos, entidades de crédito y gestión de préstamos.
- **Actividades jurídico-legales:**

Son las siguientes:

- Laboral, actividades legales relacionadas con los trabajadores.
- Mercantil, actividades mercantiles relacionadas con la empresa o con los contratos con clientes o proveedores de las construcciones.
- **Actividades de planificación y control de gestión:**

Se definen dos actividades principales:

- Planificación, definición, control y seguimiento de la planificación de trabajos de cada construcción, así como de la planificación integrada del astillero.
- Control de gestión, actividades de seguimiento y control de costes.
- **Actividades comerciales y de proyectos:**

Las actividades principales son dos:

- Comercial, agrupa actividades comerciales, tales como elaboración de ofertas, presentación de ofertas al cliente, visitas comerciales,...
- Gestión de proyectos, agrupa las actividades de seguimiento y control del estado de los proyectos realizadas por los jefes de proyecto y gerentes de zona.

En el anexo A.2, en el que se listan las actividades desglosadas a varios niveles, éstas se codifican, para simplificar su designación a lo largo del presente capítulo. La codificación de las actividades se realiza según código XXX-00, en base a los siguientes criterios:

- XXX: Identificación del nivel I de la actividad: ingeniería, producción, calidad, prevención y medioambiente, compras,.... Así, I: ingeniería, P: producción, C: compras, Q: calidad, prevención y medioambiente,...
- XXX: Identificación del nivel 2: sección o gremio en la que se desempeña la actividad. Así: IA: ingeniería anteproyectos, IB: ingeniería básica, ID: ingeniería de detalle,...
- XXX: Identificación del nivel 3: zona del buque a la que afecta la actividad. Así IBA: ingeniería básica zona aceros, IBM: ingeniería básica zona máquinas y servicios, IBE: ingeniería básica electricidad, IBV: ingeniería básica varios/todas zonas,...
- 00: número correlativo de 01 a 99.

El funcionamiento de la tabla del anexo se resume esquemáticamente en la siguiente figura. Aporta información que se explicará en los próximos capítulos de esta P4:

- Se detallan las actividades del astillero hasta un nivel de desglose de nivel 5.
- Se codifican según lo explicado en el párrafo anterior.
- Se identifican los costes generados por la actividad, clasificándose en:
 - Costes directos al buque,
 - Costes indirectos al buque.
- Dentro de los costes indirectos al buque, se diferencian los directamente trazables a la actividad (color negro) de los no directamente trazables o indirectos a la actividad (color azul). Básicamente, los costes “indirectos” a la actividad son aquellos compartidos por varias actividades, y que por lo tanto exigen un reparto previo a las actividades que los consumen.
- Se identifican los generadores de coste y bases de reparto de los recursos, para el reparto de los costes indirectos a las actividades.

- Se identifican los generadores de coste y bases de reparto de las actividades, para el reparto de los costes indirectos a los productos o buques.
- Se identifican las unidades de medida o control de los recursos y costes generados en la ejecución de las actividades definidas.

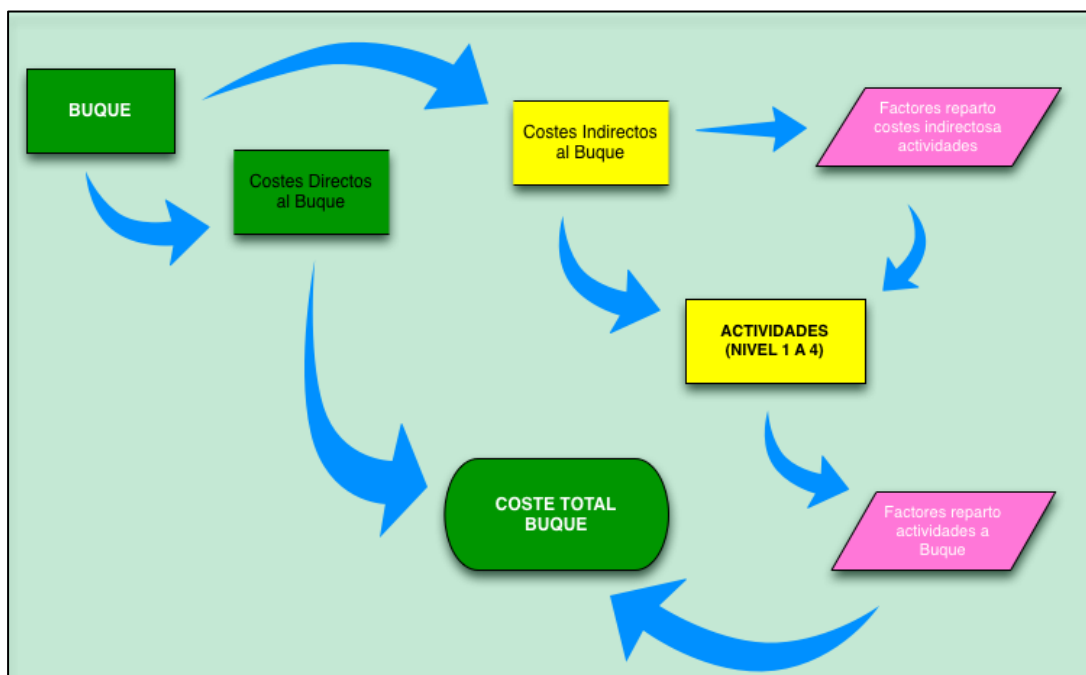


Ilustración 23.- Esquema anexo A.2.

Es importante resaltar que el sistema ABC se basa en la eliminación de los costes indirectos al trasladar todos los costes a las actividades (a excepción de los generales o del periodo). En el reparto de costes a las actividades, todos los costes son directos a éstas, al generarse en la realización de las mismas.

Sin embargo, debido a la existencia de recursos comunes a varias actividades (como resultado de la agregación de éstas) y la necesidad de efectuar el reparto de los costes asociados a los mismos a las actividades que los comparten, a lo largo de la tesis se habla de costes indirectos a las actividades.

P4.3.4.- ASIGNACIÓN DE LOS COSTES INDIRECTOS DE LOS PRODUCTOS A LAS ACTIVIDADES.

Una vez identificados los costes generados en la fabricación de los productos así las actividades ejecutadas durante el proceso de fabricación, el primer paso es la distribución de costes indirectos del buque a las actividades.

Aunque el sistema ABC se basa en la asignación de los costes a las actividades para su reparto a los productos, podemos afirmar que los costes indirectos al buque asignados a las actividades son menores que los costes indirectos totales identificados en el astillero, ya que no todos los costes indirectos se imputan contra los productos (los costes del periodo se imputan contra el margen bruto del periodo considerado).

$$\text{Costes indirectos totales} \neq \text{Costes indirectos actividades}$$

Siendo los costes a repartir a las actividades:

$$\sum_{i=1}^{i=n} Ci \neq \sum_{i=1}^{i=n} ki \times \sum_{\substack{i=1 \\ j=1}}^{i=n \\ j=m} Gij$$

Ecuación 2.- Relación costes indirectos totales y repartidos a actividades

dónde:

- C_i son los n grupos de costes indirectos al producto diferentes identificados.
- K_i son los n factores de reparto de los n grupos de costes indirectos diferentes identificados para su reparto a las m actividades que los generan.
- G_{ij} son los m valores de los generadores de coste de los n grupos de costes indirectos diferentes a repartir a las m actividades ejecutadas.

En la asignación de los costes indirectos del producto a las actividades, podemos encontrarnos dos casos:

- Costes indirectos del producto directamente trazables a las actividades, generalmente porque el coste indirecto al buque es generado por una actividad concreta. Estos costes pasan a ser directos a las actividades.
- Costes indirectos del producto no directamente trazables a las actividades, en aquellos casos en que un mismo tipo de recurso indirecto es generado y compartido por varias actividades. Por poner un ejemplo que clarifique lo anterior: el consumo eléctrico del astillero se segrega por nave o taller, pero no por actividad, de manera que es necesario repartir este coste indirecto al buque a las actividades que lo generan y para las que constituye un coste directo, antes de repartirlo de ellas a los productos

Así, en el caso del reparto a las actividades del coste de un recurso indirecto compartido por varias actividades es necesario el uso de generadores de coste de recursos. La definición de estos generadores es muy importante ya que cuanto más perfecta sea la relación causa-efecto de los generadores de coste de los recursos mayor será la fiabilidad de la información generada por el sistema ABC. Y al contrario, si no existe relación causa-efecto en los generadores de coste o si esta no es ajustada a la realidad, la información generada por el sistema ABC será poco fiable e incorporará errores en el cálculo del coste final del producto.

La asignación a través de generadores de coste de recursos de los costes indirectos del producto a las actividades se realiza:

$$C_{ij} = k_i \times G_{ij}$$

Ecuación 3.- Asignación costes indirectos a actividades

dónde:

- C_{ij} : valor del coste indirecto i asignado a la actividad j ,
- k_i : factor de reparto del coste indirecto i a las actividades que lo generan mediante el consumo del recurso indirecto i ,

- G_{ij} : valor del generador de coste de recursos del coste indirecto i asociado a la actividad j .

El cálculo del valor del factor de reparto de costes indirectos a las actividades se realiza:

$$k_i = \frac{C_i}{\sum_{j=1}^{j=m} G_{ij}}$$

Ecuación 4.- Cálculo del factor de reparto de costes indirectos a las actividades

dónde:

- k_i : factor de reparto del coste indirecto i a las actividades que lo generan mediante el consumo del recurso indirecto i ,
- C_i : valor del coste indirecto i a repartir a las m actividades que lo generan,
- $\sum_{j=1}^{j=m} G_{ij}$: Valor resultante de la suma de los valores de los generadores de coste G_{ij} de cada coste indirecto C_i para cada una de las m actividades entre las que se distribuirá C_i .

Siendo el total de costes indirectos asociados a una actividad dada j :

$$\sum_{i=1}^{i=n} C_{ij} = \sum_{i=1}^{i=n} (k_i \times G_{ij})$$

Ecuación 5.- Cálculo del coste de una actividad

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n} C_{ij}$: Valor resultante de la suma de los n costes indirectos diferentes asignados a la actividad j ,
- $\sum_{i=1}^{i=n} (k_i \times G_{ij})$: Valor resultante del producto de cada factor de reparto k_i asociado a cada n coste indirecto por el valor del generador de coste de dicho n coste para la actividad j .

O lo que es lo mismo:

$$\sum_{i=1}^{i=n} C_{ij} = \sum_{i=1}^{i=n} (k_i \times G_{ij}) = \sum_{i=1}^{i=n} \left(\frac{C_i}{\sum_{j=1}^{j=m} G_{ij}} \times G_{ij} \right) = \sum_{i=1}^{i=n} \left(C_i \times \frac{G_{ij}}{\sum_{j=1}^{j=m} G_{ij}} \right)$$

Ecuación 6.- Cálculo desarrollado del coste de una actividad

Los costes indirectos asociados a cada una de las actividades identificadas en el apartado anterior se detallan en la tabla del anexo A.2.

A continuación, definiremos los generadores de coste de los recursos indirectos cuyo coste debe repartirse a las actividades, así como los factores de reparto.

- **Horas de m.o.i.**

El coste nómina de los empleados de m.o.i. asignados permanentemente a una actividad se traza directamente a esa actividad como coste directo de la misma, sin necesidad de hacer reparto.

En el caso de m.o.i. asignada a más de una actividad, el reparto se efectúa del siguiente modo:

- M.o.i. actividades de producción: se efectúa el reparto del coste salarial entre todas las actividades en las que haya participado.

Se emplea como generador de coste del recurso la mano de obra directa, m.o.d., siendo el cálculo del factor o base de reparto:

$$k_{m.o.i.produccion} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste m. o. i. producción}}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{horas m. o. d. producción actividad } i}$$

Ecuación 7.- Factor de reparto recurso m.o.i. producción

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste m.o.i. producción}$: Coste total de la mano de obra indirecta común a varias actividades i del departamento de producción.
- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{horas m.o.d. producción actividad } i$: Horas totales de m.o.d. realizadas en las n actividades que comparten el coste del numerador.

Es importante resaltar que en m.o.d. se incluye no sólo la m.o.d. propia sino también la subcontratada.

- Para la m.o.i. de actividades de servicios o apoyo a producción (se entienden por actividades de servicios aquellas realizadas por los departamentos de ingeniería, compras, planta, calidad, prevención y medioambiente, recursos humanos, económico financiero, jurídico, planificación y control y comercial y proyectos), como regla general, los empleados asignados permanentemente a una actividad de servicios cargan el coste de sus nóminas a esa actividad sin necesidad de hacer reparto, al ser recursos indirectos al producto pero directos a la actividad. Existen no obstante casos particulares cuando es necesario repartir los costes de m.o.i. común a varias actividades.

- Ingeniería: La m.o.i. compartida por varias actividades no se reparte en función de las horas de m.o.d., sino del número de actividades que hagan uso de la misma.

La m.o.i. compartida está formada principalmente por secretarías y administrativos, cuyas tareas tales como envío de faxes, paso de llamadas, registro, reparto y archivo de documentación,... implican un tiempo de dedicación similar para cada una de las secciones que comparten el servicio prestado. Siendo el factor de reparto:

$$k_{m.o.i.ingeniería} = \frac{\text{Coste m.o.i. ingeniería}}{\sum_{i=1}^{i=n} i \text{ actividades ingeniería}}$$

Ecuación 8.- Factor de reparto recurso m.o.i. ingeniería

dónde:

- *Coste m.o.i. ingeniería*: Coste total de la mano de obra indirecta común a las n actividades del departamento de ingeniería.
- $\sum_{i=1}^{i=n} i$ *actividades ingeniería*: Número de actividades del departamento de ingeniería.
- Compras: La actividad de compras se desagrega en dos actividades: compras y subcontratación, y almacenes. La m.o.i. generada en cada actividad es exclusiva de esa actividad, no siendo necesario por tanto efectuar ningún reparto.
- Calidad, prevención y medioambiente. La m.o.i. generada en cada una de las tres actividades es exclusiva de esa actividad, no siendo necesario por tanto efectuar ningún reparto.
- Recursos humanos. La m.o.i. generada en cada una de las actividades de recursos humanos es exclusiva de esa actividad, no siendo necesario por tanto efectuar ningún reparto.
- Económico-financiero. La m.o.i. generada en cada una de las actividades económico-financieras es exclusiva de esa actividad, no siendo necesario por tanto efectuar ningún reparto.
- Jurídico. La m.o.i. generada en cada una de las actividades jurídicas es exclusiva de esa actividad, no siendo necesario por tanto efectuar ningún reparto.
- Planificación y control de gestión. La m.o.i. generada en cada una de las dos actividades (planificación y control de gestión) es exclusiva de esa actividad, no siendo necesario por tanto efectuar ningún reparto.
- Comercial y proyectos. La m.o.i. generada en cada una de las dos actividades es exclusiva de esa actividad, no siendo necesario por tanto efectuar ningún reparto.
- Mantenimiento: aunque la mano de obra de mantenimiento es indirecta al producto es sin embargo directa a las actividades en las que se desglosa, de manera que no es necesario por tanto efectuar ningún reparto.

Es importante señalar que aunque los costes de las actividades de servicios o apoyo a producción podrían a su vez repartirse sobre las actividades productivas, en el caso del astillero se mantienen separados para poder tener un mayor control de costes de todas las actividades necesarias para la fabricación del buque, tanto directas a su fabricación o productivas, como indirectas o de servicios.

La separación de actividades de servicios y su consideración como actividades más a tener en cuenta dentro del proceso productivo de fabricación del buque permiten obtener información acerca del coste de todas las actividades que se desarrollan en el astillero, y esta información es útil para la toma de decisiones (en cuanto a externalización de servicios, necesidad de implementación de políticas de reducción de costes, identificación de estas políticas,...) y a la elaboración de presupuestos.

Es especial el caso de las actividades de mantenimiento. Si bien en la teoría del sistema ABC deberían ser parte de los costes de las actividades productivas, el alto coste que tienen y su peso frente al total de costes indirectos del astillero hace conveniente su tratamiento como actividades, segregando su coste del de las actividades productivas a las que prestan servicio, para su mejor control. Posteriormente se reparten a las actividades productivas como coste de las mismas.

- **Consumos industriales**

En el caso de los consumos de electricidad, agua, gasóleo y gases, el reparto del coste a las actividades difiere según se trate de actividades productivas (entendiéndose por productivas aquellas que se realizan en el departamento de producción y/o en las instalaciones productivas) y de actividades de servicios y/o oficinas.

En el astillero existe segregación de consumidores que permite conocer el consumo real de cada taller u oficina, de modo que el reparto a las actividades se realiza del siguiente modo:

- Oficinas: el reparto a las actividades del coste de suministro de electricidad, agua y calefacción se realiza según los m² ocupados para el desarrollo de cada actividad.

En las oficinas existe un consumo eléctrico por m² (el correspondiente a la iluminación) y un consumo de calefacción también por m². El consumo de energía de fuerza (equipos informáticos principalmente) y agua, más que por m² se produce por trabajador. No obstante, de cara a poder agrupar estos costes y dado que el consumo de oficinas es residual en relación al consumo energético total de las instalaciones, se emplea un único generador de coste, la superficie o m². Éste generador guarda relación causa efecto con todos los costes de consumos, ya que normalmente a mayores m² ocupados por una sección o departamento, mayor será el número de trabajadores del mismo.

El cálculo del factor de reparto es como sigue:

$$k_i = \frac{\sum \text{Costes agua, electricidad, calefacción oficinas}}{\sum_{i=1}^n \text{Superficie ocupada actividad } i}$$

Ecuación 9.- Factor de reparto recurso consumos

dónde:

- $\sum \text{Costes agua, electricidad, calefacción oficinas}$: El coste total de los suministros de electricidad, calefacción y agua correspondiente al edificio donde se encuentran las oficinas.
- $\sum_{i=1}^n \text{Superficie ocupada actividad } i$: Superficie total que recibe el suministro de electricidad, calefacción y agua, calculada como suma de las superficies de trabajo ocupadas para el desarrollo de cada una de las actividades.
- Instalaciones productivas: en las instalaciones productivas se produce el mayor consumo energético del astillero. El consumo tanto eléctrico como de gases se encuentra segregado por taller o centro físico de trabajo, de manera que en el caso habitual de que en un mismo centro se lleven a cabo varias tareas, es necesario el reparto de este coste a las actividades que las agrupan. Así, se definen los siguientes generadores de coste:

- Taller de elaboración (corte y conformado): el coste del consumo eléctrico y de gases se reparte en función de las horas máquina. Las horas máquina son el generador de coste al ser el consumidor principal de energía y gases en este taller. Y el factor de reparto se calcula:

$$k_i = \frac{\sum \text{Coste electricidad y gases taller elaboración}}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas máquina actividad } i}$$

Ecuación 10.- Factor de reparto recurso consumos taller elaboración

dónde:

- $\sum \text{Coste electricidad y gases taller elaboración}$: El coste total del suministro eléctrico correspondiente al taller de elaboración.
 - $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas máquina actividad } i$: Valor total de horas máquina realizadas en cada una de las n actividades que se desarrollan en el taller de elaboración.
- Talleres de prefabricado y fabricación: el coste del consumo eléctrico y de gases se reparte en función de las horas de soldadura de cada taller. Las horas de trabajos de soldadura son el generador de coste al ser el consumidor principal de energía y gases en estos talleres. Y el factor de reparto para cada taller se calcula:

$$k_i = \frac{\sum \text{Coste electricidad y gases taller}}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas soldadura actividad } i \text{ taller}}$$

Ecuación 11.- Factor de reparto consumos talleres prefabricado y fabricación

dónde:

- \sum *Coste electricidad y gases taller* : El coste total del suministro eléctrico correspondiente al taller para el que se esté calculando el factor de reparto (prefabricación o fabricación).
- $\sum_{i=1}^{i=n}$ *Horas soldadura actividad i taller*: Valor total de horas de soldadura realizadas en cada una de las n actividades que se desarrollan en ese taller.

Las actividades de soldadura ejecutadas en el taller de prefabricado (o taller de previas) son las de prefabricado, mientras que en el taller de fabricación (o taller de bloques) coexisten las siguientes actividades:

- Fabricación,
 - Montaje de tubería en bloque,
 - Montaje de calderería en bloque,
 - Trabajos eléctricos en bloque,
 - Montaje de equipos.
- Taller de módulos: el coste del consumo eléctrico en este taller se reparte en función de las horas de m.o.d. ejecutadas en el taller, mientras que el de gases lo hace en función de las horas de soldadura.

Los factores de reparto para cada tipo de consumo son los siguientes:

$$k_i = \frac{\sum \text{Coste electricidad taller de módulos}}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas m. o. d. actividad } i}$$

Ecuación 12.- Factor de reparto recurso consumo eléctrico taller de módulos

dónde:

- \sum *Coste electricidad taller de módulos*: El coste total del suministro eléctrico correspondiente al taller de módulos.
- $\sum_{i=1}^{i=n}$ *Horas m. o. d. actividad i*: Valor total de horas de m.o.d. realizadas en cada una de las n actividades que se desarrollan en el taller de módulos.

Y:

$$k_i = \frac{\sum \text{Coste gases taller de módulos}}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas soldadura actividad } i}$$

Ecuación 13.- Factor de reparto recurso consumo gases taller de módulos

dónde:

- $\sum \text{Coste gases taller de módulos}$: El coste total del suministro de gases correspondiente al taller de módulos.
- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas soldadura actividad } i$: Valor total de horas de soldadura realizadas en cada una de las n actividades que se desarrollan en el taller de módulos.

Las actividades que se ejecutan en el taller de módulos son las siguientes:

- Montaje de tubería en módulo,
 - Montaje de calderería en módulo,
 - Trabajos eléctricos en módulo,
 - Montaje de equipos.
- Grada y muelle: el coste del consumo eléctrico se reparte en función de las horas de m.o.d. mientras que el de gases lo hace en función de las horas de soldadura. Tanto en grada como en muelle se realizan múltiples actividades que consumen energía eléctrica, si bien el consumo de gases es prácticamente exclusivo de los trabajos de soldadura.

Los factores de reparto para cada tipo de consumo son los siguientes:

$$k_i = \frac{\sum \text{Coste electricidad grada y muelle}}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas m. o. d. actividad } i}$$

Ecuación 14.- Factor de reparto recurso consumo eléctrico grada y muelle

dónde:

- $\sum \text{Coste electricidad grada y muelle}$: El coste total del suministro eléctrico correspondiente a la grada y al muelle.
- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas m.o.d. actividad } i$: Valor total de horas de m.o.d. realizadas en cada una de las n actividades que se desarrollan en la grada y el muelle.

y:

$$k_i = \frac{\sum \text{Coste gases grada y muelle}}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas soldadura actividad } i}$$

Ecuación 15.- Factor de reparto recurso consumo gases grada y muelle

dónde:

- $\sum \text{Coste gases grada y muelle}$: El coste total del suministro de gases correspondiente a la grada y al muelle.
- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas soldadura actividad } i$: Valor total de horas de soldadura realizadas en cada una de las n actividades que se desarrollan en la grada y en el muelle.

Las actividades que se ejecutan en gradas y muelles son las siguientes:

- Montaje,
 - Montaje de tubería abordo,
 - Montaje de calderería abordo,
 - Trabajos eléctricos abordo,
 - Montaje de equipos,
 - Cama de construcción,
 - Botadura.
- Todos los talleres: el coste del consumo de agua se reparte entre las horas de m.o.d consumidas por cada actividad. Así, las horas de m.o.d. son el generador de coste, y el factor de reparto:

$$k_i = \frac{\sum \text{Coste agua instalaciones productivas}}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas m. o. d. actividad } i}$$

Ecuación 16.- Factor de reparto recurso consumo agua

dónde:

- $\sum \text{Coste agua instalaciones productivas}$: El coste total del suministro de agua correspondiente a los talleres e instalaciones productivas.
 - $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas m. o. d. actividad } i$: Valor total de horas de m.o.d. realizadas en cada una de las n actividades que se desarrollan en los talleres e instalaciones productivas.
- En toda la instalación: el coste del consumo de gasóleo se asigna directamente a la actividad PAV04, auxilios a la construcción, desde donde se reparte a los productos.

En el caso del consumo de la energía eléctrica, además del consumo de iluminación y maquinaria productiva se incluye el de los medios de elevación y traslación o puentes grúa. No se establece un control específico de este consumo para su reparto a las actividades al poderse relacionar con los generadores de coste definidos y no ser la causa principal de consumo en las instalaciones. Así:

- En el taller de elaboración los movimientos de materiales con puentes grúa son directamente proporcionales a las horas de máquina (el corte de una chapa llevará más tiempo cuanto mayor sea el número de posiciones a cortar, y por tanto de metros de corte; del mismo modo, la retirada de un mayor número de posiciones de la bancada de corte llevará más tiempo que la de un número pequeño de las mismas)
- En el taller de prefabricación y fabricación, cuantos más elementos haya que posicionar para formar un conjunto o bloque (y por tanto mayor uso haya que hacer de los medios de elevación), mayores serán las horas de soldadura.

- En la grada, los medios de elevación o grúas no sólo sitúan los bloques en la grada, sino que también suben material y maquinaria para los trabajos de todos los gremios que allí trabajan.
- **Alquileres y licencias informáticas**

El coste de los alquileres y licencias informáticas se divide en dos grupos:

- Alquileres y licencias informáticas del departamento de ingeniería.
- Alquileres y licencias informáticas del resto de departamentos del astillero.

En ambos casos el coste se reparte a las actividades que hacen uso de equipos y licencias informáticas a través del mismo generador de coste: el número de equipos empleados en cada actividad. Siendo el factor de reparto del recurso para ingeniería:

$$k_i = \frac{\sum \text{Coste alquileres y licencias informáticas ingeniería}}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{equipos de las actividades } i \text{ de ingeniería}}$$

Ecuación 17.- Factor de reparto recurso alquileres y licencias informáticas ingeniería

dónde:

- *Coste alquileres y licencias informáticas ingeniería*: El coste total del alquiler de equipos y licencias informáticas empleadas en el departamento de ingeniería.
- $\sum_{i=1}^{i=n}$ *equipos de las actividades i de ingeniería*: Número total de equipos del departamento de ingeniería como suma de los equipos empleados por cada actividad.

Y para el caso del resto del astillero:

$$k_i = \frac{\sum \text{Coste alquileres y licencias informáticas}}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{equipos de las actividades } i}$$

Ecuación 18.- Factor de reparto recurso alquileres y licencias informáticas

dónde:

- $\sum \text{Coste alquileres y licencias informáticas}$: El coste total del alquiler de equipos y licencias informáticas empleadas en el astillero a excepción del departamento de ingeniería.
- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{equipos de las actividades } i$: Número total de equipos del astillero a excepción de los del departamento de ingeniería calculado como suma de los equipos empleados por cada actividad.

Existe una única oficina de producción que da servicio a todas las actividades productivas, integrando a la m.o.i. con puesto de oficina de cada sección productiva. El coste de alquileres y licencias informáticas de una sección determinada se calcula en base al número de equipos asignados a dicha sección.

- **Mantenimiento instalaciones generales, productivas y de sistemas informáticos**

Las actividades de mantenimiento definidas consumen un número importante de recursos indirectos, teniendo un peso muy importante en el total de los mismos. Los costes generados por las actividades de mantenimiento del astillero incluyen:

- Mano de obra propia
- Materiales de mantenimiento y reparaciones
- Servicios de mantenimiento subcontratados
- Contratos de mantenimiento o garantía para ciertas máquinas
- Inspecciones legales realizadas
- Lubricantes y productos químicos

El coste indirecto para la actividad productiva de las actividades de mantenimiento se asigna directamente a éstas, sin necesidad de realizar ningún reparto.

Para su posterior reparto al buque, es necesario sin embargo reasignar los costes de las actividades de mantenimiento (que tienen la consideración de actividades auxiliares) a las actividades que las consumen (que son las actividades principales). Este reparto se realiza del siguiente modo:

- Mantenimiento de instalaciones generales:
 - Mantenimiento de equipos y sistemas informáticos. El mantenimiento de los equipos y sistemas informáticos se reparte a las actividades con el mismo generador de coste que empleamos en el reparto de costes de alquileres y licencias informáticas: el número de equipos que emplea cada actividad.

En este caso, el factor de reparto es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum \text{Coste mantenimiento equipos y sistemas informáticos}}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{equipos de las actividades } i}$$

Ecuación 19.- Factor de reparto del recursos mantenimiento equipos e instalaciones informáticas

dónde:

- $\sum \text{Coste mantenimiento equipos y sistemas informáticos}$: El coste total del mantenimiento de equipos y sistemas informáticos empleados en el astillero incluyendo el departamento de ingeniería.
- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{equipos de las actividades}$: Número total de equipos del astillero incluyendo los del departamento de ingeniería, calculado como suma de los equipos empleados por cada actividad.

- Mantenimiento de instalaciones (naves, edificios y servicios generales de los mismos: calefacción, aire acondicionado, mobiliario,...)

El coste del mantenimiento de las instalaciones lo podemos relacionar directamente con la antigüedad de las mismas (como coste fijo al existir un calendario de mantenimiento) y el uso al que está sometido (como coste variable al cumplirse que a mayor uso, mayor desgaste). Así, el generador de coste empleado en el reparto de este coste a las actividades son las horas de trabajo anuales (tanto directas como indirectas) de cada actividad). El factor de reparto se calcula como:

$$k_i = \frac{\sum \text{Coste mantenimiento instalaciones generales}}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas de trabajo anuales de las actividades } i}$$

Ecuación 20.- Factor de reparto recurso mantenimiento instalaciones generales

dónde:

- $\sum \text{Coste mantenimiento instalaciones generales}$: El coste total del mantenimiento de las instalaciones generales del astillero.
 - $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas de trabajo anuales de las actividades } i$:
Número total de horas de trabajo, tanto directas como indirectas, calculado como suma de las horas empleadas por cada actividad.
- **Mantenimiento de instalaciones productivas**, que se engloba a las siguientes actividades:
 - Mantenimiento maquinaria elaboración. Los costes de mantenimiento de la maquinaria de elaboración se asignan directamente a la actividad productiva de elaboración, no siendo necesario realizar ningún reparto al ser la actividad auxiliar consumida exclusivamente por la actividad de elaboración.

- Mantenimiento maquinaria prefabricación y fabricación. Los costes de mantenimiento de la maquinaria de prefabricación y fabricación se asignan respectivamente a las actividades productivas de prefabricación y fabricación, no siendo necesario realizar ningún reparto al ser la actividad auxiliar consumida exclusivamente por las actividades productivas.
- Mantenimiento de maquinaria de montaje. El tratamiento es el mismo que en caso de la maquinaria de elaboración, prefabricación y fabricación.
- Mantenimiento medios auxiliares. El coste de la actividad de mantenimiento de medios auxiliares se asigna directamente a la actividad productiva auxilios a la construcción, sin necesidad de efectuar ningún reparto.
- Mantenimiento medios de elevación. El coste de la actividad de mantenimiento de los medios de elevación se reparte a las actividades que emplean medios de elevación a través del generador de coste número de puentes grúa/grúas empleados por la actividad.

La elección del generador de coste viene derivada del hecho de que el coste de mantenimiento de cada uno de los distintos medios de elevación con que consta el astillero es similar, al estar sujetos además a los mismos requisitos en cuanto a inspecciones legales y número de mantenimientos preventivos anuales obligatorios.

Es un generador de coste de más fácil aplicación que el número de horas de funcionamiento de cada medio de elevación, que sería más exacto, pero haría más difícil el reparto del coste a las actividades.

Esta dificultad vendría de la necesidad de medir el número de horas de funcionamiento de cada medio de elevación consumidas por cada actividad, dándose el caso de que un mismo medio de elevación sea utilizado en el desarrollo de varias actividades.

El cálculo del factor de reparto es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum \text{Coste mantenimiento medios de elevación}}{\sum_{i=1}^n \text{medios de elevación de las actividades } i}$$

Ecuación 21.- Factor de reparto recurso mantenimiento medios de elevación

dónde:

- $\sum \text{Coste mantenimiento medios de elevación}$: El coste total del mantenimiento de los medios de elevación (puentes grúa y grúas) de que consta el astillero.
- $\sum_{i=1}^n \text{medios de elevación de las actividades } i$: Número total de medios de elevación del astillero, calculado como suma de los medios empleados por cada actividad.

Debe tenerse en cuenta que hay actividades que pueden compartir el uso de un mismo medio de elevación (por ejemplo las actividades de montaje en grada), por lo que el número de medios de elevación calculado en el cálculo del factor de reparto será siempre superior al número real de medios del astillero.

- Mantenimiento instalaciones pintura. El coste de la actividad de mantenimiento de las instalaciones de pintura se asigna directamente a la actividad productiva pintura, sin necesidad de efectuar ningún reparto.
- Mantenimiento redes suministro (eléctrica, gases, agua). El coste del mantenimiento de redes de suministro a instalaciones productivas viene generado por la extensión de las instalaciones y el número de puntos de suministro al consumidor. Dado que el reparto de costes en función del número de puntos de suministro sería más difícil de medir, y que normalmente éste guarda relación con la extensión de la instalación (a mayor extensión mayor número de consumidores) el coeficiente de reparto elegido será la superficie de las instalaciones donde se realizan las actividades que consumen los suministros industriales.

Así, el factor de reparto será:

$$k_i = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Superficie ocupada actividad } i}$$

Ecuación 22.- Factor de reparto recurso mantenimiento redes suministro

dónde:

- $\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}$: El coste total del mantenimiento de las redes de suministro a las instalaciones productivas.
- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Superficie ocupada actividad } i$: Superficie total que recibe el suministro, calculada como suma de las superficies de trabajo ocupadas para el desarrollo de cada una de las actividades.
- Mantenimiento y calibración de equipos de medición y control.
El coste del mantenimiento y calibración de equipos de medición y control se reparte a las actividades de control dimensional (QCV05), END (QCV06), control tratamiento superficial (QCV07), y prevención industrial (QPV02) en función de las horas de mano de obra (tanto directa como indirecta) asignadas a dichas actividades.

Las horas de mano de obra son por tanto el generador de coste empleado, y el factor de reparto se calcula:

$$k_i = \frac{\sum \text{Coste mantenimiento y calibración equipos medición y control}}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas de trabajo anuales de las actividades } i}$$

Ecuación 23.- Factor de reparto recurso mantenimiento y calibración de equipos de medición y control

dónde:

- $\sum \text{Coste mantenimiento y calibración de equipos}$: El coste total del mantenimiento y calibración de los equipos de medición y control de que consta el astillero.

- $\sum_{i=1}^{i=n}$ Horas de trabajo anuales de las actividades i :
Número total de horas de trabajo, tanto directas como indirectas, calculado como suma de las horas empleadas por cada actividad QCV05, QCV06, QCV07 y QPV02.

- **Material de oficina**

Los costes de material de oficina se reparten a las actividades en función del consumo que éstas hacen de ellos, excepto en el departamento de ingeniería, donde se tratan como coste directo trazable a las actividades que en el departamento se ejecutan.

En el resto del astillero los costes de material de oficina se registran por departamento, pero es necesario su reparto a las actividades. De manera general, se utiliza el generador de coste del número de trabajadores indirectos, calculándose el factor de reparto:

$$k_i = \frac{\sum \text{Coste material de oficina del departamento } j}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Trabajadores indirectos de las actividades } i \text{ del departamento } j}$$

Ecuación 24.- Factor de reparto recurso material de oficina

dónde:

- $\sum \text{Coste material de oficina del departamento } j$: El coste total del material de oficina de un departamento dado j , a excepción del departamento de ingeniería.
- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Trabajadores indirectos de las actividades } i \text{ del departamento } j$:
Número total de trabajadores indirectos consumidos por cada una de las actividades desarrolladas en el departamento j .

- **Mobiliario de oficina**

Los costes del mobiliario de oficina se reparten de manera similar a los costes del material de oficina, empleando el número de trabajadores indirectos de las actividades como generador de coste.

El factor de reparto es:

$$k_i = \frac{\sum \text{Coste mobiliario de oficina del departamento } j}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Trabajadores indirectos de las actividades } i \text{ del departamento } j}$$

Ecuación 25.- Factor de reparto recurso mobiliario de oficina

dónde:

- $\sum \text{Coste mobiliario de oficina del departamento } j$: El coste total del mobiliario de oficina de un departamento dado j.
- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Trabajadores indirectos de las actividades } i \text{ del departamento } j$: Número total de trabajadores indirectos consumidos por cada una de las actividades desarrolladas en el departamento j.
- **Mobiliario de taller**

El coste del mobiliario de taller, se reparte a las actividades de taller o Producción, en base al número de horas de mano de obra directa.

La elección de este generador de coste viene dada por el hecho de que el mobiliario de taller pertenece a los talleres, paños y a los vestuarios, y su número y desgaste dependerá de la cantidad de mano de obra directa que la use.

El factor de reparto se calcula:

$$k_i = \frac{\text{Coste mobiliario de taller}}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas m.o.d. de las actividades } i \text{ del departamento Producción}}$$

Ecuación 26.- Factor de reparto recurso mobiliario de taller

dónde:

- \sum *Coste mobiliario de taller del departamento j*: El coste total del mobiliario de taller.
- $\sum_{i=1}^n$ *Horas m.o.d. de las actividades i del departamento Producción*: Número total de horas de mano de obra directa consumidas por las i actividades desarrolladas en el departamento de Producción.

- **Amortizaciones de maquinaria**

Las amortizaciones de la maquinaria se reparten a las actividades en función del consumo que éstas hacen de horas máquina. Para su reparto a las actividades, las amortizaciones se agrupan por grupos de máquinas y actividad: máquinas de corte de chapas y perfiles, máquinas de conformado de chapas y perfiles, grúas puente,...

No existe un generador de coste ni un factor de reparto, sino una asignación directa de los costes de amortización a las actividades.

- **Material y pequeña herramienta productiva**

Este grupo de costes indirectos al buque lo forman:

- herramientas no amortizables
- consumibles de las herramientas no amortizables

Sus costes se agrupan por gremio que las utiliza (en función de la asignación profesional del trabajador al que se le entregan): acero, máquinas y servicios, y electricidad, y se reparten a las actividades en función de las horas de m.o.d. de cada una de las actividades a las que repartir los costes.

La mano de obra directa es un generador de coste adecuado para el reparto dado que se trata de pequeña herramienta utilizada por la mano de obra directa en la ejecución de su trabajo, siendo en muchos casos parte de la herramienta asignada a cada trabajador como parte de su caja de herramientas de trabajo.

Así, en las actividades desarrolladas por el gremio de aceros, el factor de reparto se calcula:

$$k_i = \frac{\sum \text{Coste material y pequeña herramienta gremio acero}}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas m.o.d. actividad acero } i}$$

Ecuación 27.- Factor de reparto recurso pequeña herramienta A

En el de máquinas y servicios:

$$k_i = \frac{\sum \text{Coste material y pequeña herramienta gremio equipos y servicios}}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas m.o.d. actividad equipos y servicios } i}$$

Ecuación 28.- Factor de reparto recurso pequeña herramienta M

Y en electricidad:

$$k_i = \frac{\sum \text{Coste material y pequeña herramienta gremio electricidad}}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas m.o.d. actividad electricidad } i}$$

Ecuación 29.- Factor de reparto recurso pequeña herramienta E

Siendo en todos los casos:

- $\sum \text{Coste material y pequeña herramienta gremio } j$: el coste total del material y pequeña herramienta asignado al personal del gremio j.
- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas m.o.d. actividad } i \text{ gremio } j$: Las horas totales de m.o.d. del gremio j de todas las actividades en las que participa.
- **Epis**

El coste de los equipos de protección individual se reparte a las actividades productivas que emplean m.o.d. en función de las horas de m.o.d. de cada una de ellas.

La mano de obra directa es en este caso el generador de coste del recurso, puesto que los equipos son utilizados por los trabajadores y su desgaste es directamente proporcional al número de horas de uso. El cálculo del factor de reparto es:

$$k_i = \frac{\sum \text{Coste total epis}}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas m.o.d. actividad } i}$$

Ecuación 30.- Factor de reparto recurso epis

Dónde:

- $\sum \text{Coste total epis}$: es el coste total incurrido en epis
- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas m.o.d. actividad } i$: Valor total de horas de m.o.d. realizadas en cada una de las n actividades que se desarrollan en los talleres e instalaciones productivas.
- **Servicios subcontratados o externalizados**

El coste de este tipo de servicios se asigna directamente a la actividad que lo consume (por ejemplo asesoramiento legal externo, que se asigna como coste directo de la actividad jurídica) o se reparte a las actividades que lo consumen a través de un generador de coste del recurso en caso de ser compartido.

En este último caso se encuentra el servicio de limpieza de oficinas y talleres. El coste de este servicio incluye los productos y maquinaria y herramienta necesarios para su realización, y se reparte en función de los m² de superficie en los que se desarrolla cada actividad.

Así, la superficie a limpiar es el generador de coste y el factor de reparto:

$$k_i = \frac{\sum \text{Coste limpieza instalaciones}}{\sum_{i=1}^n \text{Superficie oficinas y talleres ocupada por la actividad } i}$$

Ecuación 31.- Factor de reparto recurso limpieza instalaciones

dónde:

- $\sum \text{Coste limpieza instalaciones}$: El coste total del servicio de limpieza correspondiente a oficinas y talleres.
- $\sum_{i=1}^n \text{Superficie oficinas y talleres ocupada por la actividad } i$: Superficie total de oficinas y talleres calculada como suma en m² de la superficie ocupada por cada actividad sobre la que se reparte el coste.
- **Servicios medioambientales: Gestión de residuos e inspecciones medioambientales**

Esta partida de costes incluye tanto la gestión de los residuos generados durante los procesos de fabricación (escorias, virutas, maderas, chatarra de distintos metales,...) como el coste de auditorías e inspecciones requeridas para el mantenimiento del sistema ISO (auditorías internas y de entidad certificadora, inspecciones de obligado cumplimiento de acuerdo a la certificación).

Los costes de medioambiente indirectos al buque y a las actividades productivas son sin embargo directos a las actividades de Medioambiente, asignándose a éstas sin necesidad de efectuar ningún reparto.

- **Servicios de calidad: Inspecciones y auditorías del sistema ISO**

Esta partida de costes incluye el coste de auditorías e inspecciones requeridas para el mantenimiento del sistema ISO (auditorías internas y de entidad certificadora, inspecciones de obligado cumplimiento de acuerdo a la certificación).

Los costes indirectos al buque y a las actividades productivas son sin embargo directos a las actividades de Calidad, asignándose a éstas sin necesidad de efectuar ningún reparto.

- **Servicios de prevención: Inspecciones y auditorías del sistema OSHAS**

Esta partida de costes incluye el coste de auditorías e inspecciones requeridas para el mantenimiento del sistema OSHAS (auditorías internas y de entidad certificadora, inspecciones de obligado cumplimiento de acuerdo a la certificación).

Los costes indirectos al buque y a las actividades productivas son sin embargo directos a las actividades de Prevención, asignándose a éstas sin necesidad de efectuar ningún reparto.

- **Viajes**

Los costes de los viajes no relacionados con los proyectos en curso se imputan contra las actividades que los generan y de ahí a los productos según la base de reparto escogida. Al considerarse este coste indirecto del producto como coste directo de la actividad que lo genera no es necesario realizar ningún reparto.

P4.3.5.- SELECCIÓN DE LOS GENERADORES DE COSTE DE LAS ACTIVIDADES

Una vez repartidos los costes indirectos a las actividades, comienza el reparto de los costes de las actividades al producto. Para ello, la primera tarea a realizar es la definición de los generadores de coste de las actividades para la asignación de sus costes a los productos que las consumen.

La base de asignación o generador de coste es la variable con la que el coste establece una relación de causa-efecto con la actividad, pudiendo establecerse para un mismo coste más de una base de asignación. Para que el generador de coste permita un adecuado reparto de costes de las actividades a los productos debe tener dos características fundamentales:

- Justificar el coste a repartir
- Ser fácilmente medible

Es necesario repetir que no todos los costes indirectos del astillero se asignan al producto, existiendo los llamados gastos del período que se imputan directamente contra el resultado del período, sin que haya ningún proceso de asignación. Estos costes se definen en el apartado P4.4.

En la selección de los generadores de coste de las actividades para el reparto de los costes de las actividades a los productos es necesario tener en cuenta que^{xvi}:

- El astillero emplea tanto maquinaria como mano de obra para realizar su producción, por lo que la imputación de costes en función del contenido de mano de obra directa empleada puede distorsionar enormemente el coste del producto.
- La fabricación del buque engloba múltiples actividades, pero ello no excluye la necesidad de calcular coeficientes de reparto de costes distintos para las distintas actividades.

- Establecer demasiados coeficientes de reparto de costes puede distorsionar el coste del producto de la misma manera que el establecimiento de demasiados pocos.
- No debe descartarse el uso de coeficientes de reparto de costes en función del contenido de material para los costes relacionados con el material.
- Estos coeficientes basados en el material también pueden ser útiles cuando el proceso de fabricación exige que todo el material esté limpio antes de emplearse (planchas de acero chorreadas antes de comenzar el proceso de fabricación para eliminar el óxido acumulado)
- Si se utiliza un coeficiente de costes basado en el material será necesario determinar si es el coste o el peso del material el criterio más apropiado.
- Las pequeñas piezas de material, como tuercas, tornillos y arandelas pueden distribuirse de manera general y cargarse al producto en forma de porcentaje de una unidad de material mayor.
- Los servicios corporativos (tales como nómina, facturación, compras,...) deben cargarse a las operaciones de la fábrica en la medida de lo posible e incluirse como parte de los costes de los productos elaborados.
- Antes de calcular los coeficientes de gastos generales, es necesario preparar un programa que muestre el desglose por conceptos de los costes anuales de fabricación, a fin de obtener una visión de conjunto que garantice que se presta la máxima atención a las partidas principales.
- Hay que calcular de manera adecuada las horas disponibles de máquina y m.o. y reducirlas a horas netas para su empleo en el cálculo de los coeficientes de hora. Del mismo modo, el coste de la m.o.d. será diferente para las operaciones con maquinaria que para las operaciones de m.o.d. simple.
- La mano de obra indirecta es un coste importante que merece especial atención.

- El cálculo de los coeficientes de gastos generales y m.o.d. es diferente en el caso de los departamentos que funcionan con maquinaria que en el de los departamentos que funcionan con m.o.d.

Teniendo todo lo anterior en cuenta, los generadores de coste óptimos para el reparto de costes de las actividades a los productos son los siguientes:

- **Actividades de ingeniería:**
 - Anteproyecto. El tiempo de dedicación a cada documento/estudio tipo es aproximadamente el mismo con independencia del buque para el que se realice. Además, todos los buques exigen los mismos documentos o muy similares de la sección de anteproyectos. El generador de coste de la actividad es el número de documentos emitidos.
 - Ingeniería básica. Las premisas aplicadas a la sección de anteproyectos son válidas para la sección de ingeniería básica. Al igual que en la sección de anteproyectos, el generador de coste es el número de documentos emitidos.
 - Ingeniería detalle. La ingeniería de detalle se centra en la elaboración de planos constructivos, y estos si bien son los mismos para todos los buques en cuanto a tipología de planos, no los son en cuanto a cantidad, dado que se generan lotes de planos similares para todos los buques por bloque. Los bloques tiene dimensiones similares en todos los buques (puesto que vienen fijadas por las capacidades de los medios de elevación de que consta la instalación productiva), lo que implica que el tiempo de diseño 3D de acero, máquinas y servicios y electricidad por bloque es similar.

El generador de coste de esta actividad es el número de bloques cerrados.

- Ingeniería de producción. Ingeniería de producción realiza las actividades de reprografía y apertura de órdenes de trabajo.

El generador de coste de la actividad de reprografía es el número de copias realizadas u hojas, repartiéndose este coste a los proyectos en función del número de hojas de cada proyecto.

Para la actividad de apertura de órdenes de trabajo, el generador de coste es el número de órdenes de trabajo abiertas, y los costes de esta actividad se reparten a los productos en función del número de órdenes de trabajo abiertas para cada uno de ellos.

- **Actividades de producción:**

- Elaboración. La sección de elaboración incluye las actividades de corte y conformado de chapa y perfiles, ambas intensivas en capital. El alto coste de mantenimiento y amortización de la maquinaria junto con el elevado consumo de energía de la misma, hacen que el generador de coste más adecuado a esta sección sean las horas máquina de la actividad de elaboración.
- Prefabricación. En la sección de prefabricación se llevan a cabo trabajos de armado y soldadura de previas, siendo el coste de los trabajos de soldadura superior a los de armado, al emplear máquinas de soldar, gases industriales, electricidad (para alimentar la maquinaria de soldadura) y consumibles en la realización de la tarea. El generador de coste de esta actividad son las horas de m.o.d. de soldadura.
- Fabricación. La sección de fabricación es similar a la de prefación en cuanto a la generación de costes, por ello el generador de coste de esta actividad son también las horas de m.o.d. de soldadura.
- Montaje. En la sección de montaje, al igual que en las de prefabricación y fabricación el generador de coste son las horas de soldadura.
- Elaboración de tubería. La sección de la elaboración de tubería es similar a la de elaboración de aceros, en tanto en ella se realizan operaciones intensivas en uso de maquinaria y en soldadura. La maquinaria tiene importantes costes de mantenimiento y consumo, y la soldadura, de maquinaria especializada, consumos y consumibles. El generador de coste de esta actividad son las horas máquina más las horas de soldadura.
- Montaje de tubería en módulo. El coste de la actividad de montaje de tubería abordo depende del número de tubos a montar y de su diámetro (a mayor diámetro, mayor número de consumibles de soldadura a emplear y consumo eléctrico y de gases, al ser mayor la longitud a soldar). El generador de coste de

esta actividad son las pulgadas de tubería montadas en módulo, entendiéndose como tal los diámetros nominales de los tubos montados por la cantidad de tubos de cada diámetro.

- Montaje de tubería en bloque. El generador de coste de la actividad de montaje de tubería en bloque es el mismo que el del montaje de tubería en módulo: las pulgadas de tubería montada, en este caso en bloque.
- Montaje de tubería abordó. El generador de coste de la actividad de montaje de tubería abordó es también el número de pulgadas de tubería montada, en este caso abordó.
- Montaje de tubería de obra. El generador de coste de la tubería de obra difiere del generador de coste del resto de actividades de montaje de tubería. Mientras que en resto de actividades de montaje de tubería se montan tubos heterogéneos en cuanto a diámetros nominales y longitudes, en el caso de la tubería de obra éstos son muy homogéneos, al tratarse de tubería de muy pequeño diámetro o politubo. El generador de coste en este caso son los metros de tubería montada.
- Montaje de calderería en módulo. El montaje de calderería tanto en módulo como en bloque como abordó, implica el montaje de elementos de estructura metálica secundaria muy dispares. En general, estos trabajos consisten en el presentado y posicionamiento de los elementos de calderería en su posición final, para su posterior soldadura. El generador de coste de las actividades de montaje de calderería en módulo son las horas de soldadura de calderería en módulo.
- Montaje de calderería en bloque. El generador de coste de las actividades de montaje de calderería en bloque son las horas de soldadura de calderería en bloque.
- Montaje de calderería en abordó. El generador de coste de las actividades de montaje de calderería abordó son las horas de soldadura de calderería abordó.
- Montaje de equipos. El coste de montaje de los equipos es similar con independencia de su tamaño, al depender principalmente del número de conexiones a realizar al servicio al que pertenecen. El generador de coste de esta actividad es el número de equipos montados.

- Trabajos eléctricos en módulos. El generador de coste de los trabajos de montaje eléctrico ya sea en módulos, bloques o abordos, son los metros de cable montados. Esto es así porque otros elementos y trabajos, como los metros de canaleta y el número de soportes, por ejemplo, son directamente proporcionales a los metros de cable. En este caso concreto, el generador de coste de los trabajos eléctricos en módulos son los metros de cable montados en módulos.
- Trabajos eléctricos en bloques. El generador de coste de los trabajos eléctricos en bloques son los metros de cable montados en bloques.
- Trabajos eléctricos abordos. El generador de coste de los trabajos eléctricos abordos son los metros de cable montados abordos.
- Trabajos de acomodación. El generador de coste del montaje del aislamiento son los m^2 de superficie aislada.
- Botadura. Los costes generados por la actividad de la botadura del buque son directamente proporcionales a la eslora del mismo. A mayor eslora, mayor longitud de imada, mayor número de tanques a revisar antes y después de la botadura, mayor número de personas abordos para la comprobación de daños,... El generador de coste de esta actividad son los metros de eslora de los buques botados.
- Andamios. Los costes de la actividad de andamiaje vienen generados por los m^3 de andamios montados, siendo éste el generador de coste de la actividad.
- Auxilios a la construcción. El coste de la actividad de auxilios a la construcción viene determinado por el número de horas de funcionamiento de los medios auxiliares del astillero, por lo que el generador de coste son las horas de funcionamiento.
- Pintura. Los costes generados por las actividades de pintura están directamente relacionados con el tiempo de aplicación (los costes de la actividad son costes de amortizaciones, consumos, granalla, gases,...). Y el tiempo de aplicación depende de los m^2 de superficie a pintar por el número de capas a aplicar. El generador de coste de la actividad de pintura son los m^2 totales pintados y/o chorreados, entendiéndose éstos como el producto de los m^2 de superficie tratada por el número de capas aplicadas.

- Cama de construcción. Los costes generados por la actividad de la cama de construcción son directamente proporcionales a la eslora del buque. A mayor eslora, mayor longitud de imada tendrá que ser preparada. El generador de coste de esta actividad son los metros de eslora de los buques en construcción.
- Pruebas. Los costes generados por la actividad de pruebas dependen del número de servicios a bordo del buque a probar. Por ello, el generador de coste de esta actividad es el número de servicios del buque.
- **Planta:**

Las actividades auxiliares de mantenimiento de las instalaciones ya se han repartido a las actividades principales, por lo que no es necesario definir ningún generador de coste.

- **Actividades de compras:**
 - Compras y subcontratación. En todos los buques se realizan pedidos de todo tipo de materiales (acero, cable, equipos,...) y puede considerarse que efectuar un pedido de un mismo tipo de materia prima lleva aproximadamente el mismo tiempo con independencia del buque para el que se efectúe. Bajo esta premisa se define como generador de coste de las actividades de compras y subcontratación el número de pedidos emitidos.

Los costes de estas dos actividades de compras se reparten a los productos en función del número de pedidos emitido para cada proyecto o buque.

En los costes a repartir se incluyen los costes de compras y subcontrataciones para servicios generales, que se reparten con el mismo generador, asumiendo que los buques para los que se realiza un mayor número de pedidos recibirán un mayor coste de estas actividades.

Dado que el coste de estas actividades de compras para servicios generales es mucho menor que el de las actividades de compras para los productos, se considera aceptable la desviación.

- Almacenes. En el caso de los almacenes no es adecuado el reparto en base al generador consistente en el número de pedidos emitidos, ya que ni la cantidad de materiales a recepcionar ni el tiempo dedicado a la expedición de dichos materiales para su consumo por las actividades productivas dependen de este factor.

El generador de coste de la actividad de los almacenes es el número de órdenes de fabricación. Esto es así porque aunque la entrada de materiales se efectúe en grandes lotes de materiales heterogéneos, con las órdenes de trabajo se expide únicamente el material necesario para realizar una tarea determinada, debiendo realizarse un trabajo de identificación y agrupación de materiales por orden de trabajo que consume más tiempo de realización que la inspección a la recepción.

- **Actividades de calidad, prevención y medioambiente:**

- Actividades de medioambiente

Dentro de los costes generados en medioambiente, podemos distinguir dos tipos:

- Costes generales e independientes de los requisitos de los proyectos, tales como el mantenimiento del sistema ISO, que podríamos asimilar a costes fijos.
- Costes generados por la actividad de fabricación, que son los correspondientes al tratamiento de los residuos generados durante los procesos de fabricación y que tienen un carácter variable.

Para el reparto de los costes de la actividad de medioambiente a los productos, el generador de coste a emplear son las TAN producidas en el astillero.

La elección se basa en que la generación de residuos es mayor cuanto mayor es la envergadura de la construcción, y no siempre la ICN responde a este criterio (el precio de venta no sólo depende del tamaño del buque sino también y de manera especial de los equipos instalados abordo y de las calidades de los materiales), mientras que las toneladas de acero neto son una buena indicación:

a mayor número de toneladas producidas, mayor cantidad de chatarra generada, mayor número de horas máquina (las máquinas son los principales generadores de residuos peligrosos del astillero), mayor número de horas de soldadura (generándose residuos de escorias, discos usados, boquillas,...).

- Actividades de calidad

Al igual que en medioambiente, dentro de los costes generados en calidad, podemos distinguir dos tipos:

- Costes generales e independientes de los requisitos de los proyectos, tales como el mantenimiento del sistema ISO, que podríamos asimilar a costes fijos.
- Costes generados por la actividad de fabricación, que son los correspondientes a la elaboración y seguimiento del plan de calidad, ingeniería de soldadura y a los diversos ensayos a realizar, y que tienen un carácter variable. Parte de estos costes son costes directos y se imputan directamente a los productos.

Para el reparto de los costes de la actividad de calidad a los productos, el generador de coste a emplear son las horas de mano de obra del departamento de calidad asignadas a los proyectos.

- Actividades de prevención

Los costes de las actividades de prevención son independientes de los requisitos de los proyectos y dependen en gran medida del número de trabajadores del astillero.

Para el reparto de los costes de la actividad de prevención a los productos, el generador de coste a emplear son las horas de mano de obra del astillero (tanto propias como subcontractadas).

- **Actividades de recursos humanos:**

El generador de costes de las actividades de recursos humanos es el número de trabajadores del astillero (tanto propios como subcontractados). El reparto de los costes de las actividades de recursos humanos a los productos se realiza en base al número de horas trabajadas en cada proyecto (tanto directas como indirectas) al ser este generador más fácilmente medible que el número de trabajadores asignados a cada proyecto (puede darse el caso de un mismo trabajador realizando actividades para varios proyectos, lo que complicaría el reparto en base al número de trabajadores).

- **Actividades económico-financieras:**

El generador de coste de las actividades económico financieras es la cifra de negocio del astillero por lo que el coste de las actividades del departamento se repartirá entre los productos o buques en función de su cifra de negocio. A mayor ICN mayor será el importe a financiar, mayor será el flujo de cobros y pagos, mayor será la necesidad de provisión de fondos,...

- **Actividades jurídico-legales:**

Las actividades de derecho laboral y mercantil tienen generadores de coste diferentes:

- En el caso del derecho laboral, el coste está directamente relacionado con la conflictividad laboral de la empresa, y el generador de coste es el número de empleados.
- En el caso del derecho mercantil, el coste está directamente relacionado con el cumplimiento por parte de la empresa, clientes, subcontractistas y proveedores de sus obligaciones respectivas en los contratos firmados, por lo que el generador de coste es el número de pedidos/contratos.

- **Actividades de planificación y control de gestión:**

El coste de las actividades de planificación y control de gestión se genera por el número de recursos de mano de obra que trabajan en el departamento, siendo el tiempo de

dedicación de los recursos a cada uno de los proyectos en curso aproximadamente el mismo.

El coste de las actividades de planificación y control de gestión se reparte entre el número de proyectos o buques, siendo éste el generador de costes.

- **Actividades comerciales y de proyectos:**

- Comercial. Los costes comerciales se generan en función de la cifra de negocio que el astillero quiere alcanzar, por lo que el coste de la actividad comercial se repartirá entre los productos o buques en función de su cifra de negocio, siendo ésta el generador de coste.

Este reparto de costes en función del precio de venta de los proyectos, se basa en el hecho de que el astillero repercute a los clientes en el precio de venta los costes directos mayorados por un porcentaje destinado a cubrir los costes indirectos. El porcentaje suele ser el mismo en todas las construcciones, pero el importe en términos absolutos es mayor cuanto mayor sea la cifra de negocio.

- Gestión de proyectos. El coste de la actividad de gestión de proyectos viene generada para cada buque por el número de recursos de mano de obra empleados en su gestión. El generador de coste empleado es el número de recursos de gestión empleados en los proyectos.

P4.3.6.- CÁLCULO DE LA TASA UNITARIA DE CADA BASE DE REPARTO

El cálculo del valor de la tasa unitaria de reparto de cada base de asignación o generador de coste para el reparto de los costes indirectos de las actividades al buque es similar al empleado para el cálculo del factor de reparto de costes indirectos a las actividades:

$$t_j = \frac{C_j}{\sum_{j=1}^{j=m} G_j}$$

Ecuación 32.- Factor de reparto de costes de las actividades al buque

Donde en este caso:

- k_i : valor de la tasa unitaria de reparto correspondiente al coste de la actividad j .
- C_i : valor total del coste de la actividad j a repartir a los productos.
- $\sum_{k=1}^{k=p} G_{jk}$: Suma de los valores del generador de coste asociado a la actividad j correspondientes a cada uno de los p buques producidos o en producción.

Así, las tasas unitarias de reparto o factores de reparto de cada generador de coste son los siguientes:

- **Actividades de ingeniería**
 - Anteproyecto. El generador de coste es el número de documentos emitidos.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\text{Coste actividad ingeniería anteproyectos}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{número de documentos anteproyectos proyecto } j}$$

Ecuación 33.- Factor de reparto coste actividad anteproyectos al buque

dónde:

- $\sum_{j=1}^{j=m}$ número de documentos anteproyectos proyecto j : Es el número total de documentos de anteproyectos emitidos para los proyectos en curso, como suma de los documentos emitidos en anteproyectos para cada uno de los j proyectos.
- Ingeniería básica. El generador de coste es el número de documentos emitidos.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\text{Coste actividad ingeniería básica}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{número de documentos básica proyecto } j}$$

Ecuación 34.- Factor de reparto coste actividad ing. básica al buque

dónde:

- $\sum_{j=1}^{j=m}$ número de documentos básica proyecto j : Es el número total de documentos de ingeniería básica emitidos para los proyectos en curso, como suma de los documentos de básica emitidos para cada uno de los j proyectos.
- Ingeniería detalle. El generador de coste es el número de bloques cerrados.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\text{Coste actividad ingeniería detalle}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{número de bloques proyecto } j}$$

Ecuación 35.- Factor de reparto coste actividad ing. detalle al buque

dónde:

- $\sum_{j=1}^{j=m}$ *número de bloques proyecto j*: Es el número total de bloques para los que se ha realizado la ingeniería de detalle, como suma del número de bloques cerrados por cada uno de los j proyectos.
- Ingeniería de producción. Ingeniería de producción realiza las actividades de reprografía y apertura de órdenes de trabajo.
 - El generador de coste de la actividad de reprografía es el número de copias realizadas u hojas.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\text{Coste actividad reprografía}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{número de copias proyecto } j}$$

Ecuación 36.- Factor de reparto coste actividad reprografía al buque

dónde:

- $\sum_{j=1}^{j=m}$ *número de copias proyecto j*: Es el número total de hojas reproducidas en la sección, como suma del número de copias reproducidas por cada uno de los j proyectos.
- Para la actividad de apertura de órdenes de trabajo, el generador de coste es el número de órdenes de trabajo abiertas.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\text{Coste actividad apertura órdenes trabajo}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{número de órdenes de trabajo proyecto } j}$$

Ecuación 37.- Factor de reparto coste actividad apertura órdenes de trabajo

dónde:

- $\sum_{j=1}^{j=m}$ número órdenes de trabajo proyecto j : Es el número total de órdenes de trabajo abiertas en la sección, como suma del número de órdenes de trabajo abiertas para cada uno de los j proyectos.

- **Actividades de producción**

- Elaboración. El generador de coste es las horas máquina de la actividad de elaboración.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ elaboración}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{Nº de horas maquina } ij}$$

Ecuación 38.- Factor de reparto coste actividad elaboración al buque

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n}$ Coste actividad i elaboración: El coste total de las i actividades de elaboración de aceros del astillero.

- $\sum_{j=1}^{j=m} N^{\circ} \text{ de horas máquina } ij$: Total de horas máquina de las actividades de elaboración de acero como suma de las horas máquina de cada actividad i de elaboración para cada buque j.

- Prefabricación. El generador de coste es las horas de soldadura.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ prefabricación}}{\sum_{j=1}^{j=m} N^{\circ} \text{ de horas soldadura } ij}$$

Ecuación 39.- Factor de reparto coste actividad prefabricación al buque

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ prefabricación}$: El coste total de las i actividades de prefabricación de aceros del astillero.
 - $\sum_{j=1}^{j=m} N^{\circ} \text{ de horas soldadura } ij$: Total de horas de soldadura de las actividades de prefabricación de acero como suma de las horas de soldadura de cada actividad i de prefabricación para cada buque j.
- Fabricación. El generador de coste son las horas de soldadura.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum_{j=m}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ fabricación}}{\sum_{j=1}^{i=n} N^{\circ} \text{ de horas soldadura } ij}$$

Ecuación 40.- Factor de reparto coste actividad fabricación al buque

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ fabricación}$: El coste total de las i actividades de fabricación de aceros del astillero.
- $\sum_{j=1}^{i=n} N^{\circ} \text{ de horas soldadura } ij$: Total de horas de soldadura de las actividades de fabricación de acero como suma de las horas de soldadura de cada actividad i de fabricación para cada buque j .
- Montaje. El generador de coste son las horas de soldadura.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum_{j=m}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ montaje}}{\sum_{j=1}^{i=n} N^{\circ} \text{ de horas soldadura } ij}$$

Ecuación 41.- Factor de reparto coste actividad montaje al buque

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ montaje}$: El coste total de las i actividades de montaje de aceros del astillero.

- $\sum_{j=1}^{j=m} \sum_{i=1}^{i=n} N^{\circ} \text{ de horas soldadura } ij$: Total de horas de soldadura de las actividades de montaje de acero como suma de las horas de soldadura de cada actividad i de montaje para cada buque j.
- Elaboración de tubería. El generador de coste son las horas máquina más las horas de soldadura.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ elaboración tubería}}{\sum_{j=1}^{j=m} \sum_{i=1}^{i=n} N^{\circ} \text{ de horas máquina } ij + \sum_{j=1}^{j=m} \sum_{i=1}^{i=n} N^{\circ} \text{ de horas soldadura } ij}$$

Ecuación 42.- Factor de reparto coste actividad elaboración tubería al buque

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ elaboración de tubería}$: El coste total de las i actividades de elaboración de tubería del astillero.
- $\sum_{j=1}^{j=m} \sum_{i=1}^{i=n} N^{\circ} \text{ de horas máquina } ij$: Total de horas máquina de las actividades de elaboración de tubería como suma de las horas máquina de cada actividad i de elaboración de tubería para cada buque j.
- $\sum_{j=1}^{j=m} \sum_{i=1}^{i=n} N^{\circ} \text{ de horas soldadura } ij$: Total de horas de soldadura de las actividades de elaboración de tubería como suma de las horas de soldadura de cada actividad i de elaboración de tubería para cada buque j.
- Montaje de tubería en módulo. El generador de coste de esta actividad es las pulgadas de tubería montadas en módulo, entendiéndose como tal los

diámetros nominales de los tubos montados por la cantidad de tubos de cada diámetro.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ montaje tubería en módulo}}{\sum_{j=1}^{j=m} \sum_{i=1}^{i=n} \text{Pulgadas } x \text{ nº de tubos } ij}$$

Ecuación 43.- Factor de reparto coste actividad montaje en módulo de tubería

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ montaje tubería en módulo}$: El coste total de las i actividades de montaje de tubería en módulo del astillero.
- $\sum_{j=1}^{j=m} \sum_{i=1}^{i=n} \text{Pulgadas } x \text{ nº de tubos } ij$: Total de pulgadas montadas en las actividades de montaje de tubería en módulo, como suma del producto de las pulgadas por el número de tubos de cada pulgada montadas en cada actividad i de montaje en módulo para cada buque j.
- Montaje de tubería en bloque. El generador de coste es las pulgadas de tubería montada en bloque.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ montaje tubería en bloque}}{\sum_{j=1}^{j=m} \sum_{i=1}^{i=n} \text{Pulgadas } x \text{ nº de tubos } ij}$$

Ecuación 44.- Factor de reparto coste actividad montaje en bloque de tubería

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ montaje tubería en bloque}$: El coste total de las i actividades de montaje de tubería en bloque del astillero.
- $\sum_{j=1}^{j=m} \sum_{i=1}^{i=n} \text{Pulgadas } \times \text{ nº de tubos } ij$: Total de pulgadas montadas en las actividades de montaje de tubería en bloque, como suma del producto de las pulgadas por el número de tubos de cada pulgada montadas en cada actividad i de montaje en bloque para cada buque j .
- Montaje de tubería abordo. El generador de coste es las pulgadas de tubería montada abordo.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$ki = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ montaje tubería abordo}}{\sum_{j=1}^{j=m} \sum_{i=1}^{i=n} \text{Pulgadas } \times \text{ nº de tubos } ij}$$

Ecuación 45.- Factor de reparto coste actividad montaje abordo de tubería

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ montaje tubería abordo}$: El coste total de las i actividades de montaje de tubería abordo del astillero.
- $\sum_{j=1}^{j=m} \sum_{i=1}^{i=n} \text{Pulgadas } \times \text{ nº de tubos } ij$: Total de pulgadas montadas en las actividades de montaje de tubería abordo, como suma del producto de las pulgadas por el número de tubos de cada pulgada montadas en cada actividad i de montaje abordo para cada buque j .
- Montaje de tubería de obra. El generador de coste es los metros de tubería montada.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$ki = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ montaje tubería de obra}}{\sum_{j=1}^{j=m} \sum_{i=1}^{i=n} \text{Metros de tubería } ij}$$

Ecuación 46.- Factor de reparto coste actividad montaje tubería de obra

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ montaje tubería de obra}$: El coste total de las i actividades de montaje de tubería de obra del astillero.
- $\sum_{j=1}^{j=m} \sum_{i=1}^{i=n} \text{Metros de tubería } ij$: Total de metros de tubería de obra montados en las actividades de montaje de tubería de obra, como suma de los metros de tubería montada en cada actividad i de montaje de tubería de obra para cada buque j.
- Montaje de calderería en módulo. El generador de coste de las actividades de montaje de calderería es las horas de soldadura de calderería en módulo.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$ki = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ montaje de calderería en módulos}}{\sum_{j=1}^{j=m} \sum_{i=1}^{i=n} \text{Nº de horas soldadura de calderería en módulos } ij}$$

Ecuación 47.- Factor de reparto coste actividad calderería en módulos al buque

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ montaje de calderería en módulos}$: El coste total de las i actividades de montaje de calderería en módulos realizadas en el astillero.
- $\sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=m} N^{\circ} \text{ de horas soldadura de calderería en módulos } ji$: Total de horas de soldadura de las i actividades de montaje de calderería en módulos como suma de las horas de soldadura de cada actividad i de montaje de calderería en módulos para cada buque j .
- Montaje de calderería en bloque. El generador de coste es las horas de soldadura de calderería en bloque.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ montaje de calderería en bloque}}{\sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=m} N^{\circ} \text{ de horas soldadura de calderería en bloque } ij}$$

Ecuación 48.- Factor de reparto coste actividad calderería en bloque al buque

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ montaje de calderería en bloque}$: El coste total de las i actividades de montaje de calderería en bloque realizadas en el astillero.
- $\sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=m} N^{\circ} \text{ de horas soldadura de calderería en bloque } ji$: Total de horas de soldadura de las i actividades de montaje de calderería en bloque como suma de las horas de soldadura de cada actividad i de montaje de calderería en bloque para cada buque j .

- Montaje de calderería en abordó. El generador de coste es las horas de soldadura de calderería abordó.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum_{j=m}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ montaje de calderería abordó}}{\sum_{j=1}^{i=n} \text{Nº de horas soldadura de calderería abordó } ij}$$

Ecuación 49.- Factor de reparto coste actividad calderería abordó al buque

dónde:

- $\sum_{j=m}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ montaje de calderería abordó}$: El coste total de las i actividades de montaje de calderería abordó realizadas en el astillero.
- $\sum_{j=1}^{i=n} \text{Nº de horas soldadura de calderería en abordó } ij$: Total de horas de soldadura de las i actividades de montaje de calderería abordó como suma de las horas de soldadura de cada actividad i de montaje de calderería abordó para cada buque j .

- Montaje de equipos. El generador de coste es el número de equipos montados.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\text{Coste montaje de equipos}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{Número de equipos montados } j}$$

Ecuación 50.- Factor de reparto coste actividad montaje de equipos

dónde:

- $\sum_{j=1}^{j=m}$ Número de equipos montados j: Total de equipos montados como suma de los equipos montados en cada buque j.
- Trabajos eléctricos en módulos. El generador de coste es los metros de cable montados en módulos.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ trabajos eléctricos en módulos}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{Metros de cable montados en módulos } ij}$$

Ecuación 51.- Factor de reparto coste actividad trabajos eléctricos en módulos

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n}$ Coste actividad i trabajos eléctricos en módulos: El coste total de las i actividades de trabajos eléctricos en módulos realizadas en el astillero.
- $\sum_{j=1}^{j=m}$ Metros de cable montados en módulos ij: Total de metros de cable montados en módulos, como suma de los metros de cable montados en cada actividad i de trabajos eléctricos en módulos para cada buque j.
- Trabajos eléctricos en bloques. El generador de coste de los trabajos eléctricos en bloques son los metros de cable montados en bloques.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ trabajos eléctricos en bloques}}{\sum_{j=1}^{j=m} \sum_{i=1}^{i=n} \text{Metros de cable montados en bloques } ij}$$

Ecuación 52.- Factor de reparto coste actividad trabajos eléctricos en bloques

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n}$ Coste actividad i trabajos eléctricos en bloques: El coste total de las i actividades de trabajos eléctricos en bloques realizadas en el astillero.
- $\sum_{j=1}^{j=m} \sum_{i=1}^{i=n}$ Metros de cable montados en bloques ij : Total de metros de cable montados en bloques, como suma de los metros de cable montados en cada actividad i de trabajos eléctricos en bloques para cada buque j .
- Trabajos eléctricos abordó. El generador de coste de los trabajos eléctricos abordó son los metros de cable montados abordó.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ trabajos eléctricos abordó}}{\sum_{j=1}^{j=m} \sum_{i=1}^{i=n} \text{Metros de cable montados abordó } ij}$$

Ecuación 53.- Factor de reparto coste actividad trabajos eléctricos abordó

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n}$ Coste actividad i trabajos eléctricos abordó: El coste total de las i actividades de trabajos eléctricos abordó realizadas en el astillero.

- $\sum_{j=1}^{j=m}$ Metros de cable montados abordo ij: Total de metros de cable montados abordo, como suma de los metros de cable montados en cada actividad i de trabajos eléctricos abordo para cada buque j.
- Trabajos de acomodación. El generador de coste del montaje del aislamiento son los m² de superficie aislada.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\text{Coste trabajos acomodación}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{Metros cuadrados aislados } j}$$

Ecuación 54.- Factor de reparto coste actividad trabajos acomodación

dónde:

- $\sum_{j=1}^{j=m}$ Metros cuadrados aislados j: Total de metros cuadrados aislados en los buques como suma de los metros cuadrados aislados en cada buque j.
- Botadura. El generador de coste es los metros de eslora de los buques botados.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\text{Coste botadura}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{Metros de eslora } j}$$

Ecuación 55.- Factor de reparto coste actividad botadura

dónde:

- $\sum_{j=1}^{j=m}$ Metros de eslora j: Total de metros de eslora de los buques como suma de los metros de eslora de cada buque j.
- Andamios. Los costes de la actividad de andamiaje vienen generados por los m³ de andamios montados, siendo éste el generador de coste de la actividad.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\text{Coste andamios}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{Metros cúbicos de andamio } j}$$

Ecuación 56.- Factor de reparto coste actividad cama de construcción

dónde:

- $\sum_{j=1}^{j=m}$ Metros cúbicos de andamio j: Total de metros cúbicos de andamio montados en los buques como suma de los metros cúbicos de andamio montados para cada buque j.
- Pruebas. El generador de coste de esta actividad es el número de servicios probados del buque.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ pruebas}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{Nº de servicios } j}$$

Ecuación 57.- Factor de reparto coste actividad pruebas al buque

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n}$ Coste actividad i pruebas: El coste total de las i actividades de pruebas del astillero.
- $\sum_{j=1}^{j=m}$ N^o de servicios j: Total de servicios probados como suma del número de servicios probados en cada buque j.
- Auxilios a la construcción. El generador de coste es las horas de funcionamiento de los medios auxiliares.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ auxilios a la construcción}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{Horas medios auxiliares } ij}$$

Ecuación 58.- Factor de reparto coste actividad auxilios a la construcción

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n}$ Coste actividad i auxilios a la construcción: El coste total de las i actividades auxilio a la construcción realizadas en el astillero.
- $\sum_{j=1}^{j=m}$ Horas medios auxiliares ij: Total de horas de funcionamiento de los medios auxiliares, como suma de las horas de funcionamiento de los medios auxiliares en cada una de las i actividades de auxilios a la construcción en cada buque j.
- Pintura. El generador de coste es los m² totales pintados o chorreados.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum_{j=m}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ pintura}}{\sum_{j=1}^{i=n} \text{Metros cuadrados pintados } ij}$$

Ecuación 59.- Factor de reparto coste actividad pintura al buque

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n}$ Coste actividad i pintura: El coste total de las i actividades de pintura ejecutadas en el astillero.
- $\sum_{j=1}^{j=m}$ Metros cuadrados pintados ij: Total de metros cuadrados pintados, como suma de los metros cuadrados pintados o tratados en cada una de las i actividades de pintura en cada buque j.
- Cama de construcción. El generador de coste es los metros de eslora de los buques en construcción.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\text{Coste cama de construcción}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{Metros de eslora } j}$$

Ecuación 60.- Factor de reparto coste actividad cama de construcción

dónde:

- $\sum_{j=1}^{j=m}$ Metros de eslora j: Total de metros de eslora de los buques como suma de los metros de eslora de cada buque j.

- **Planta**

Las actividades auxiliares de mantenimiento de las instalaciones ya se han repartido a las actividades principales, por lo que no es necesario definir ningún generador de coste.

- **Actividades de compras**

- Compras y subcontratación

El generador de coste es el número de pedidos emitidos.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ compras y subcontratación}}{\sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=m} \text{Nº de pedidos emitidos } ij}$$

Ecuación 61.- Factor de reparto coste actividades compras y subcontratación

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ compras y subcontratación}$: El coste total de las i actividades de compras y subcontratación del astillero.
- $\sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=m} \text{Nº de pedidos emitidos } ij$: Total de pedidos emitidos por las actividades de compras como suma de los pedidos emitidos por cada actividad i para cada buque j .

- Almacenes

El generador de coste es el número de órdenes de fabricación.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$ki = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ almacenes}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{Nº de órdenes de fabricación } ij}$$

Ecuación 62.- Factor de reparto coste actividades almacenes al buque

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ almacenes}$: El coste total de las i actividades de almacenamiento del astillero.
- $\sum_{j=1}^{j=m} \text{Nº de órdenes de fabricación } ij$: Total de órdenes de fabricación tramitadas por las n actividades i, como suma de las órdenes de fabricación tramitadas por cada actividad i para cada buque j.

- **Actividades de calidad, prevención y medioambiente:**

- Actividades de medioambiente

El generador de coste a emplear son las TAN producidas en el astillero.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$ki = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ medioambiente}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{TAN producidas } j}$$

Ecuación 63.- Factor de reparto coste actividades medioambiente

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ medioambiente}$: El coste total de las i actividades de medioambiente del astillero.

- $\sum_{j=1}^{j=m} TAN \text{ producidas } j$: TAN producidas en el astillero como suma de las TAN de cada buque j.

- Actividades de calidad

El generador de coste a emplear son las horas de mano de obra del departamento de calidad asignadas a los proyectos.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ calidad}}{\sum_{j=1}^{j=m} \sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas de actividad de calidad } i \text{ del proyecto } j}$$

Ecuación 64.- Factor de reparto coste actividades calidad al buque

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ calidad}$: El coste total de las i actividades de calidad del astillero.
- $\sum_{j=1}^{j=m} \sum_{i=1}^{i=n} \text{Horas de actividad de calidad } i \text{ del proyecto } j$: Horas asignadas a las n actividades de calidad en el astillero, como suma de las horas asignadas a cada actividad de calidad i en cada buque j.

- Actividades de prevención

El generador de coste a emplear son las horas de mano de obra del astillero.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Coste actividad } i \text{ prevención}}{\sum_{j=1}^m \text{Horas de mano de obra del proyecto } j}$$

Ecuación 65.- Factor de reparto coste actividades prevención al buque

dónde:

- $\sum_{i=1}^n \text{Coste actividad } i \text{ prevención}$: El coste total de las i actividades de prevención del astillero.
- $\sum_{j=1}^m \text{Horas de mano de obra del proyecto } j$: Horas totales asignadas a los proyectos en ejecución en el astillero como suma de las horas asignadas a cada buque j .

- **Actividades de recursos humanos**

El generador de costes de las actividades de recursos humanos es el número de trabajadores del astillero (tanto propios como subcontractados).

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Coste actividad } i \text{ recursos humanos}}{\sum_{j=1}^m \text{Horas de mano de obra proyecto } j \text{ (propias + subcontractadas)}}$$

Ecuación 66.- Factor de reparto coste actividades recursos humanos al buque

dónde:

- $\sum_{i=1}^n \text{Coste actividad } i \text{ recursos humanos}$: El coste total de las i actividades de recursos humanos del astillero.
- $\sum_{j=1}^m \text{Horas de mano de obra proyecto } j$: Horas totales asignadas a los proyectos en ejecución en el astillero como suma de las horas asignadas a cada buque j .

- **Actividades económico-financieras**

El generador de coste de las actividades económico financieras es la cifra de negocio del astillero (ICN).

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ económico – financiera}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{ICN proyecto } j}$$

Ecuación 67.- Factor de reparto coste actividades económico-financieras

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ económico – financiera}$: El coste total de las i actividades económico-financieras desarrolladas en el astillero.
- $\sum_{j=1}^{j=m} \text{ICN del proyecto } j$: ICN total del astillero como suma de la ICN de cada buque j.

- **Actividades jurídico-legales**

- Derecho laboral

En el caso del derecho laboral el generador de coste es el número de empleados.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\text{Coste actividad derecho laboral}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{Horas de mano de obra del proyecto } j}$$

Ecuación 68.- Factor de reparto coste actividad derecho laboral

dónde:

- $\sum_{j=1}^{j=m}$ *Horas de mano de obra del proyecto j*: Horas totales asignadas a los proyectos en ejecución en el astillero como suma de las horas asignadas a cada buque j.

- **Derecho mercantil**

En el caso del derecho mercantil, el generador de coste es el número de pedidos/contratos.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\text{Coste actividad derecho mercantil}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{número de pedidos/contratos proyecto } j}$$

Ecuación 69.- Factor de reparto coste actividad derecho mercantil al buque

dónde:

- $\sum_{j=1}^{j=m}$ *número de pedidos/contratos proyecto j*: Es el número total de pedidos/contratos emitidos para los proyectos en curso, como suma de los pedidos/contratos de cada uno de los j proyectos.

- **Actividades de planificación y control de gestión**

El generador de coste es el número de proyectos o buques.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ planificación y control de gestión}}{N^{\circ} \text{ de proyectos}}$$

Ecuación 70.- Factor de reparto coste actividades planificación y control de gestión

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n}$ *Coste actividad i planificación y control de gestión*: El coste total de las i actividades de planificación y control desarrolladas en el astillero.
- **Actividades comerciales y de proyectos**
- Comercial

El generador de coste es la ICN. El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ comercial}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{ICN proyecto } j}$$

Ecuación 71.- Factor de reparto coste actividades comerciales

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n}$ *Coste actividad i comercial*: El coste total de las i actividades comerciales desarrolladas en el astillero.
- $\sum_{j=1}^{j=m}$ *ICN del proyecto j*: ICN total del astillero como suma de la ICN de cada buque j.
- Gestión de proyectos

El generador de coste empleado es el número de recursos de gestión empleados en los proyectos.

El cálculo del factor de reparto correspondiente a este generador de coste es el siguiente:

$$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ gestión de proyectos}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{Nº recursos proyecto } j}$$

Ecuación 72.- Factor de reparto coste actividades gestión de proyectos al buque

dónde:

- $\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ gestión de proyectos}$: El coste total de las i actividades de gestión de proyectos desarrolladas en el astillero.
- $\sum_{j=1}^{j=m} \text{Nº de recursos del proyecto } j$: Nº de recursos empleados en la gestión de los proyectos, como suma del número de recursos que trabajan en la gestión de cada buque j.

P4.3.7.- CÁLCULO DE LOS COSTES INDIRECTOS ASIGNADOS A LOS PRODUCTOS

Una vez se han registrado los costes indirectos y se han repartido a las actividades, se ha definido el generador de coste de cada una de las actividades, y se ha calculado la base de reparto para la asignación de los costes de las diversas actividades a los productos, sólo queda calcular los costes indirectos de cada producto o buque.

En la distribución de los costes indirectos de las actividades a los productos o buques, la fórmula aplicada es la siguiente:

$$\sum_{j=1}^{j=m} C_{jk} = \sum_{j=1}^{j=m} (t_j \times G_{jk})$$

Ecuación 73.- Cálculo del coste indirecto del producto

dónde:

- $\sum_{j=1}^{j=m} C_{jk}$: coste indirecto total asignado al buque k, como suma de los m costes indirectos correspondientes a las m actividades asociadas a la fabricación del buque k.
- $\sum_{j=1}^{j=m} (t_j \times G_{jk})$: suma de los productos correspondientes al valor de la base de reparto de cada actividad j por el valor del generador de coste asociado a dicha actividad para el buque k.

siendo:

- C_{jk} : coste indirecto de la actividad j repartido al buque k,
- K_{ij} : base de reparto del coste indirecto i asociado a la actividad j,
- G_{ijk} : valor del generador de coste asociado a la actividad j para el buque k.

P4.3.8.- CÁLCULO DEL COSTE TOTAL DE LOS PRODUCTOS

Una vez realizados todos los pasos anteriores, podemos obtener el coste total de los productos o buques. Este coste, se define como la suma de todos los costes en los que se ha incurrido durante la fabricación del producto o buque, y se calcula como la suma de los costes directos e indirectos asignados al producto:

$$\text{Coste total buque} = \sum \text{Costes directos} + \sum \text{Costes indirectos}$$

Ecuación 74.- Costes totales del buque

P4.4.- TRATAMIENTO DE LOS GASTOS DEL PERIODO

Aunque el sistema de costes ABC busca la imputación a los productos de todos los costes originados en su fabricación, existe una serie de gastos en el astillero que son fijos e independientes del nivel de ocupación, y que además son difícilmente trazables a las actividades productivas y a los productos. Estos gastos, debido a la dificultad de imputación contra los productos, se imputan directamente a la cuenta de pérdidas y ganancias del periodo, recibiendo el nombre de gastos del periodo.

Sus principales características son las siguientes:

- Son necesarios para el correcto funcionamiento de las instalaciones en las que se ejecutarán los proyectos.
- Son de difícil trazabilidad a las actividades y a los productos.
- Son costes independientes del nivel de actividad.
- Su importe no depende del desempeño de directivos ni trabajadores, y en muchas ocasiones viene fijado externamente.
- La dificultad que presenta su imputación a los productos unido al hecho de que son gastos que no están sujetos a objetivos de coste ni indicadores de desempeño hacen que el coste de su control e imputación a los productos sea superior al beneficio obtenido por ello.

Este grupo de costes son costes comunes a todas las construcciones que se ejecutan en un periodo determinado de tiempo, y en lugar de repartirse a los productos, se aplican sobre el margen bruto total del astillero correspondiente al periodo en el que se generan, de ahí que se denominen gastos generales del periodo.

Los costes a considerar como costes del periodo en el astillero son los siguientes:

Grupo de coste	Descripción
1 Alquileres, cánones	Canon Puertos Alquileres terrenos
2 Servicios mantenimiento instalaciones generales	Redes telefónicas Control de presencia Redes de gases Equipos CCTV vigilancia instalaciones Desratización-desinfección Análisis aguas, gases,..
3 Seguros	Seguros patrimoniales Seguros responsabilidad civil Seguros todo riesgo
4 Asociaciones y suscripciones	Asociaciones empresariales Suscripciones revistas y publicaciones Suscripciones BOE, BORME
5 Representación	Gastos de representación Ferias y exhibiciones Donativos y patrocinios
6 Impuestos	Impuesto bienes inmuebles Impuesto actividades económicas Cánones saneamiento, retirada de basuras,... Otros impuestos
7 Auditorias y servicios legales	Registro mercantil Notario Auditores cuentas
8 Servicios generales	Central telefonía Proveedor servicio internet Vigilancia instalaciones
9 Personal directivo	Costes personal directivo Salario Viajes y gastos personal directivo Retribuciones en especie Retribuciones consejo de administración Personal administrativo adscrito a la dirección general
10 Financieros	Intereses y gastos bancarios
11 Amortizaciones	Dotación amortización inmovilizado

Tabla 18.- Relación de costes del periodo

- **Alquileres, cánones.**

La partida de alquileres y cánones está constituida por los costes de concesiones portuarias y alquileres de terrenos que soporta el astillero, de difícil imputación a los proyectos (el importe del canon y de los alquileres viene determinado por los metros lineales de muelle y los m² de superficie respectivamente, por lo que para su reparto a proyecto sería necesario determinar los metros lineales y m² ocupados por cada proyecto y ponderarlos en función de la duración de uso durante el año. Esto exige un control de ocupación de superficie y su duración por proyecto no justificado en un coste fijo e independiente del nivel de actividad del astillero). No se incluyen los alquileres de naves, edificios o cualquier tipo de maquinaria productiva, que se consideran costes indirectos y se repercuten a los proyectos.

- **Servicios mantenimiento instalaciones generales.**

Esta partida engloba a servicios de mantenimiento de instalaciones de uso general a las instalaciones del astillero, y no específicas de centros productivos. Entre otros, el mantenimiento de las redes de telefonía e internet, de control de presencia de los trabajadores, de vigilancia en circuito cerrado de televisión de las instalaciones, de las acometidas de las redes de suministro energético y agua,... Todos aquellos servicios que son imprescindibles por requisitos legales o por seguridad e independientes del nivel de actividad del astillero.

- **Seguros.**

Al igual que los servicios de mantenimiento del apartado anterior, los seguros son imprescindibles por requisitos legales y suponen un coste fijo e independiente del nivel de actividad, relacionado tan sólo con la extensión y características de las instalaciones y el tipo de producto a fabricar.

- **Asociaciones y suscripciones.**

En esta partida se agrupan los costes relacionados con la pertenencia a asociaciones y suscripciones a publicaciones varias.

- **Representación.**

En esta partida se imputan los gastos de representación, que incluyen gastos publicitarios en ferias y exhibiciones, costes de viajes y estancias con fines comerciales, invitaciones y obsequios varios a clientes o potenciales clientes, donativos y patrocinios.

- **Impuestos.**

Esta partida engloba a todos los gastos por impuestos relativos a las instalaciones.

- **Audidores y servicios legales.**

El coste de los auditores de cuentas anuales así como de servicios de notaría y registro mercantil se imputan en esta partida.

- **Servicios generales.**

La partida de servicios generales agrupa el coste de servicios generales prestados en el astillero, tales como la centralita telefónica, la provisión de internet, la vigilancia de las instalaciones,...

- **Personal directivo.**

La partida de personal directivo incluye todos los costes generados por:

- El personal directivo del astillero.
- Los miembros del consejo de administración.
- El personal administrativo adscrito a la dirección general del astillero.

“Todos los costes” se refiere no sólo a los costes salariales, sino también a todos aquellos otros costes generados en el ejercicio de sus funciones: Viajes, dietas, estancias, primas, retribuciones en especie, seguridad social y otros impuestos,...



- **Financieros.**

Los costes financieros incluidos en la partida de gastos generales son sólo aquellos relacionados con las partidas anteriores.

- **Amortizaciones**

Incluye la dotación a la amortización anual del inmovilizado inmaterial.

PARTE 5 – CONCLUSIONES

Objetivos Parte 5:

Conclusiones

Tabla de contenido Parte 5:

PARTE 5– CONCLUSIONES	272
P5.1.- INTRODUCCIÓN A LA PARTE 5	273
P5.2.- CONCLUSIONES FINALES	274
<i>P5.2.1.- Unidad productiva singular</i>	<i>276</i>
<i>P5.2.2.- Maquinaria</i>	<i>277</i>
<i>P5.2.3.- Evolución de los sistemas de control de costes</i>	<i>278</i>
<i>P5.2.4.- Sistemas de control de costes existentes</i>	<i>279</i>
<i>P5.2.5.- Sistemas de control de costes empleados</i>	<i>280</i>
<i>P5.2.6.- La m.o.d. como factor de reparto</i>	<i>281</i>
<i>P5.2.7.- ERP's</i>	<i>282</i>
<i>P5.2.8.- Implementacion de erp's en los astilleros</i>	<i>283</i>
<i>P5.2.9.- Solución a la problemática del control de costes en el astillero</i>	<i>284</i>
P5.3.- PASOS FUTUROS	286

P5.1.- INTRODUCCIÓN A LA PARTE 5

Esta quinta y última parte de la tesis tiene por objeto la exposición de las conclusiones finales. A lo largo de los capítulos anteriores se ha intentado dar una visión del control de costes en los astilleros, a través de:

- El estudio de los sistemas de control de costes existentes en la actualidad y de uso posible en el astillero,
- El análisis de los sistemas de control de costes realmente empleados en los astilleros,
- La identificación y explicación de los problemas en la gestión de costes de los astilleros,
- La identificación y el desarrollo de los sistemas de control de coste idóneos a emplear en este tipo de industria.

Este último capítulo pretende de manera resumida, enumerar las ideas principales extraídas de los capítulos anteriores y exponer las conclusiones derivadas de la investigación realizada durante la tesis.

P5.2.- CONCLUSIONES FINALES

Hay una serie de ideas importantes que se han querido transmitir a lo largo de los capítulos anteriores. De manera resumida, estas ideas son:

- El astillero es una unidad productiva particular y diferenciada del resto de empresas con instalaciones fabriles por el objeto de su actividad y los procesos productivos específicos que en ella tienen lugar.
- Además de una gran importancia de la mano de obra, tanto directa como indirecta, en la actividad productiva interviene un gran número de equipos y máquinas de elevado coste no sólo de adquisición, sino también de mantenimiento.
- Si bien los procesos de fabricación han evolucionado a lo largo del último siglo y se han automatizado de manera considerable, no ha sucedido lo mismo con los sistemas de control de costes empleados.
- Existen múltiples sistemas de control de costes, aunque no todos son aplicables al control de costes de un astillero.
- Los astilleros utilizan todos el mismo sistema de control, basado el control de costes por proyecto y con un único factor de reparto de costes indirectos: la mano de obra directa.
- La mano de obra directa, como factor de reparto de costes indirectos, no permite un reparto equitativo de los costes indirectos en los procesos automatizados, y exige además un control exhaustivo de las subcontrataciones.
- La única modernización de los sistemas de control empleados en los astilleros estudiados, es la implantación de ERPs. Ésta ha dado buenos resultados en cuanto a los módulos financieros y de RR.HH., pero malos en cuanto a los módulos de control de producción (básicos en el control de costes de una industria fabril).
- Todo lo anterior lleva a un control de costes deficiente, en el que los datos oficiales de ERPs difieren de los datos de trabajo en Excel que utilizan los miembros de la organización.



- La solución a esta situación pasa por el cambio en el sistema de control de costes empleado hasta la fecha desde un punto de vista económico-financiero, el cambio en la organización destinada al control de gestión desde un punto de vista organizativo, y el cambio en los sistemas informáticos empleados desde un punto de vista tecnológico.

P5.2.1.- UNIDAD PRODUCTIVA SINGULAR

El astillero es una unidad fabril singular, como ha quedado reflejado en la Parte 3 (P3) de la tesis. Esta singularidad tiene su origen en lo atípico de la fabricación de productos únicos que si bien tienen similitudes conceptuales, poseen geometrías, prestaciones, especificaciones y calidades diferentes.

La automatización general sufrida por las instalaciones fabriles de otros sectores, que han pasado de tener amplias plantillas y una importancia máxima de los costes de mano de obra en el coste del producto a convertirse en empresas de capital con maquinaria moderna y peso mucho menor de la mano de obra, ha afectado también a los astilleros, pero no de manera tan significativa como a fábricas pertenecientes a otros sectores de actividad industrial. El astillero sigue manteniendo un volumen de mano de obra superior al de horas máquina.

Si bien se han automatizado determinados procesos reduciendo la mano de obra necesaria para su ejecución, otros continúan realizándose de manera “artesanal” y casi en exclusividad con mano de obra.

Podemos afirmar, aunque parezca contradictorio, que en el astillero las más avanzadas tecnologías productivas conviven con los procesos y más artesanales.

Esta convivencia entre actividades y productos heterogéneos hace necesario, desde el punto de vista del consumo y reparto de recursos indirectos, un sistema de control de costes más sofisticado y complejo que el de otras instalaciones fabriles, además de adaptado a sus particularidades.

P5.2.2.- MAQUINARIA

El astillero está dotado de maquinaria de alto coste de adquisición y con importantes costes de mantenimiento, tanto en consumibles ordinarios como en mantenimientos preventivos y correctivos, así como amortizaciones. Es habitual, dada la importancia y complejidad de la maquinaria que el astillero tenga en plantilla personal dedicado a las actividades ordinarias de mantenimiento de la misma.

De la maquinaria inicialmente empleada en la construcción naval a comienzos del siglo XX, consistente apenas en grúas y máquinas de soldar con electrodo, la maquinaria empleada en los astilleros se ha ido desarrollando hasta convertirse en exponente de las más altas tecnologías. El funcionamiento automatizado y por control numérico en máquinas de corte y posicionamiento, los robots y máquinas de soldadura por arco sumergido, los láseres para el control dimensional... constituyen los avances de la maquinaria industrial empleada en astilleros que han reducido al mínimo la necesidad de mano de obra en determinadas actividades productivas pero que han incrementado las necesidades de recursos indirectos, tanto humanos como materiales.

Esta maquinaria, fundamentalmente en talleres de elaborado de bloques y tubería (máquinas de corte de chapa, perfiles, tubos, máquinas de posicionado de perfiles, robots de soldadura, puentes grúa...), y en servicios auxiliares (grúas de muelles y gradas, plataformas elevadoras, camiones,...) actúa en la unidad productiva en la que se encuentra o en la actividad que la utiliza como generador de costes indirectos.

Los astilleros estudiados poseen en mayor o menor medida moderna y costosa maquinaria, pero a pesar de que una parte importante de los costes indirectos generados en las unidades productivas que integran el astillero son debidos a esta maquinaria, el coeficiente de reparto de los costes indirectos (entre los que se encuentran los costes de mantenimiento de la maquinaria) utilizado en los astilleros estudiados está basado en la mano de obra directa, sin tener en consideración las horas de funcionamiento de la maquinaria por proyecto. En general, no se tiene en cuenta la existencia de maquinaria como inductor de costes indirectos importantes, lo cual es un error como ha quedado demostrado en la simulación de la P3.

P5.2.3.- EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COSTES

A diferencia de las tecnologías productivas, los sistemas de control de costes no han evolucionado en las últimas décadas. La mayor innovación en lo que a sistemas de costes respecta es la aparición de los ERP's. Estos sistemas integrados son capaces de almacenar, combinar y proporcionar datos en forma de informes personalizados de manera rápida, aumentando y mejorando la información a suministrar para el seguimiento y control de los costes y la toma de decisiones.

Sin embargo, los sistemas de control de costes en sí, tras la irrupción del sistema de costes ABC en los años 80, no han sufrido ninguna variación. Ni ellos, ni su aplicación en los astilleros, que a pesar de la automatización de sus procesos y de la irrupción de herramientas informáticas que facilitan el control han mantenido sus sistemas de imputación de costes tradicionales basados en la m.o.d. y el uso de aplicaciones basadas en Microsoft Excel.

P5.2.4.- SISTEMAS DE CONTROL DE COSTES EXISTENTES

Como se ha visto en la Parte 1 de la tesis existen números sistemas de control de costes, muy similares en las doctrinas eurocontinentales y anglosajonas. Aunque pueda parecer que las diferencias entre los diferentes sistemas de control de costes se limitan a aspectos puramente contables, lo cierto es que algunos de los sistemas existentes guardan relación con las características del entorno productivo en el que se emplean, como es el caso del sistema de costes de absorción por proceso o el sistema de costes por proyecto.

Debido a este hecho, no todos los sistemas son aplicables en un astillero, ya que no todos se ajustan a las particularidades productivas de éste. No es factible elegir un sistema cualquiera e implementarlo en el astillero, sino que debe escogerse uno que sea compatible con sus particularidades, y adaptarlo a las características de la instalación para que proporcione costes precisos y fiables.

P5.2.5.- SISTEMAS DE CONTROL DE COSTES EMPLEADOS

Los astilleros estudiados emplean un sistema de costes por orden de fabricación o proyecto en el que los costes indirectos se reparten al producto en base a un único generador de coste, la mano de obra directa.

Este sistema, si bien correcto al inicio del negocio de la construcción naval, cuando los procesos productivos eran prácticamente manuales en su totalidad y los astilleros contaban con miles de trabajadores participando en las diferentes construcciones, ha quedado obsoleto desde finales del siglo XX.

A pesar de que varias de las actividades o procesos integrantes del proceso de fabricación de un buque se han automatizado desde entonces, y de que una gran parte de los costes indirectos a repartir a los buques provienen de las amortizaciones y del mantenimiento de estas nuevas máquinas, se sigue empleando la mano de obra como factor de reparto de los costes indirectos del astillero, prorrateando éstos en función de las horas de mano obra incurridas en cada una de las construcciones en curso.

La tendencia a la subcontratación y externalización de ciertas actividades ha empeorado la situación en lo relativo al control de costes. A las desviaciones en los costes totales de los productos debidas al uso de la mano de obra directa como único factor de reparto, la disminución de horas de mano de obra y su sustitución por costes de subcontratación da lugar a información menos precisa y fiable (en la P3 se ha analizado el efecto de la subcontratación en el reparto de costes indirectos).

P5.2.6.- LA M.O.D. COMO FACTOR DE REPARTO

La mano de obra como factor de reparto induce a un reparto de costes indirectos incorrecto y por tanto lleva a datos acerca del coste de fabricación de los productos o buques erróneos.

El empleo de la m.o.d. como factor de reparto provoca situaciones en las que construcciones con un mayor uso de maquinaria y por tanto menor número de horas de mano de obra directa (pero haciendo necesaria una importante inversión en tareas de mantenimiento preventivo, correctivo, consumo energético y recursos indirectos debido a la utilización de las máquinas) reciben menos costes indirectos que aquellas que al emplear un elevado número de horas de mano de obra directa reciben los costes directos de la m.o.d. y una parte importante de los indirectos que son repartidos en función de las horas de m.o.d. (pero habiendo generado menores costes indirectos al generar la m.o.d. escasos gastos de mantenimiento por emplear fundamentalmente herramienta manual).

También supone un error el uso de la m.o.d. como factor de reparto en el caso de existencia de actividades productivas externalizadas como paquetes de subcontratación, pero que sin embargo se desempeñan en las instalaciones del astillero dando lugar a consumos indirectos tales como electricidad, gases, agua, herramienta,... Este es un caso típico en los astilleros actuales, en los que la mayor parte de los trabajos de acero se realizan por trabajadores subcontratados, subcontratación que de acuerdo a la legislación laboral vigente, deben estar sujeta a la existencia de un paquete de trabajo, dado que en caso contrario la subcontratación supondría una puesta a disposición de trabajadores considerada ilegal.

La no contabilización de horas de m.o.d. equivalentes de las actividades incluidas en los paquetes de subcontratación desvía la imputación de costes indirectos hacia los productos que realizan más actividades con m.o.d. propia, beneficiando a aquellos que más actividades subcontratan.

P5.2.7.- ERP'S

La implantación masiva de ERP's en los astilleros no ha mejorado el control de costes en los astilleros. Además de que los sistemas implantados son demasiado “genéricos” y no se ajustan a las particularidades productivas de los astilleros, se limitan a actuar como recolectores de datos, sin proporcionar los informes necesarios para la gestión y toma de decisiones.

Si bien los datos relativos a los costes incurridos se introducen en la aplicación ERP, los informes se siguen realizando de manera manual y fundamentalmente en Microsoft Excel.

Esto es debido fundamentalmente a la rigidez de los ERP, orientados a sistemas productivos repetitivos y predecibles y por lo tanto, opuestos al proceso de construcción de un buque.

Si bien estos sistemas son adecuados y ventajosos para el control de RR.HH. y el Económico-Financiero, no lo son para el control de producción del astillero, y por tanto, para el seguimiento y control de costes de cualquiera de las unidades productivas que lo integran.

P5.2.8.- IMPLEMENTACION DE ERP'S EN LOS ASTILLEROS

La implementación de los ERP's en los astilleros estudiados se ha saldado con un fracaso en lo relativo al control de costes. Con independencia de la inversión en modificaciones del sistema base para ajustarlo al astillero, ninguno de los ERP's implantados ha funcionado de manera correcta. Los principales motivos de este fracaso son:

- El ERP es poco flexible cuando se trata de procesos constructivos variables (como es el caso del astillero con una estrategia constructiva diferente para cada buque), pues suelen estar basados en un esquema de proceso productivo continuo y repetitivo.
- El ajuste de tasas y ratios a emplear por el sistema según las características de cada uno de los buques a fabricar hace inviable la utilización de ERP's complejos, pues los datos a modificar para cada construcción serían tantos que la programación necesaria a realizar antes del comienzo de la fabricación sería demasiado cara tanto en coste como en plazo.
- El manejo del ERP exige unos conocimientos informáticos significativos, que no todo el personal que trabaja en el astillero y que debe reportar información al sistema tiene.
- Los datos deben registrarse en tiempo real para que el sistema funcione de manera correcta, lo cual no siempre es posible.
- En general, los principios contables empleados por los ERP's no se corresponden con los de un sistema de control de costes ABC, sino que están orientados a la elaboración de informes de la contabilidad financiera.

P5.2.9.- SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA DEL CONTROL DE COSTES EN EL ASTILLERO

La solución al problema del control de costes en un astillero pasa por los siguientes pasos:

- Definición del flujo productivo y análisis de los diferentes procesos que integran la fabricación del buque y factores que actúan como generadores o inductores de coste en cada uno de ellos.
- Actualización del sistema de control de costes empleado. Dependiendo del tamaño del astillero y el presupuesto disponible para el control de costes, el astillero puede optar por dos alternativas:
 - Mantener un sistema de control de costes por proyecto utilizando varios generadores de coste en lugar de un único generador como hasta ahora (la mano de obra directa).
 - Implementar un sistema de control de costes ABC, también con varios generadores de coste.
- Diseño e implantación de un sistema informático ajustado a las particularidades del astillero y al sistema de control de costes elegido que permita el registro de los datos necesarios para la elaboración y emisión de informes.

La definición del flujo productivo y del análisis de proceso es crítica para poder definir los generadores de coste a aplicar en el reparto de los costes indirectos. Es necesario conocer en cada uno de los procesos de fabricación qué factor actúa como generador de coste para poder utilizarlo en el reparto de los costes indirectos y que este reparto sea lo más preciso posible.

Con independencia del sistema de control de costes elegido (costes por proyecto o ABC), siempre deben emplearse varios generadores. El límite está en el coste que se quiera asumir y la precisión que se quiera conseguir. Cuanto mayor sea el número de generadores de coste, el reparto de costes será más preciso, pero al mismo tiempo el sistema será más complejo y caro, especialmente en el sistema ABC.

Aunque en la actualidad los las tecnologías de la información ofrecen sistemas capaces de manejar un alto volumen de generadores, la gran cantidad de datos a recoger y procesar puede hacer inviable el sistema.

Es necesario por tanto encontrar un punto intermedio en la elección del número máximo de los generadores de coste a emplear, e incluso planteable el optar por un sistema mixto de control, que emplee ABC para el control de costes en los procesos que consumen más recursos y por tanto son más costosos y el sistema de órdenes de fabricación para aquellos de menor coste.

El sistema informático a implantar en paralelo al sistema de control de costes puede ser cualquiera de los ERP existentes en el mercado (tipo SAP) ya que actualmente todos tienen desarrollados módulos con ABC. Es necesario no obstante analizar bien la adecuación del ERP al proceso productivo y el coste de los desarrollos necesarios para su adaptación al mismo. Un ERP sin adaptación no proporcionará los resultados esperados, y la adaptación puede incrementar de manera considerable el coste del sistema.

Alternativamente el astillero puede desarrollar un software propio, y en cualquiera de los casos, la aplicación Excel de Microsoft es fundamental: tanto para la elaboración de un sistema de control de costes ad hoc cómo para el trabajo con los informes proporcionados por el ERP (siempre exportables a hoja de cálculo).

P5.3.- PASOS FUTUROS

En una situación económica de alta competencia, y un sector en crisis desde hace décadas, el cálculo preciso del coste del buque es imprescindible para poder competir en el mercado actual.

Esta tesis ha intentado profundizar en los sistemas de control de costes empleados por los astilleros españoles para averiguar cómo se están calculando los costes de las construcciones y qué mejoras pueden aplicarse.

De lo actual, la existencia de procedimientos de control de los costes no evolucionados ni adaptados a la nueva realidad productiva que ha incorporado costosa y eficiente maquinaria, reducido el número de trabajadores directos y aumentado la subcontratación así como la importancia de los trabajadores indirectos, hace evidente la existencia de errores y desviaciones en los costes de los productos, y por tanto, en los precios de venta y estrategias comerciales seguidas.

Aunque el desarrollo de los sistemas de información permite el desarrollo de sistemas de control de costes, imposibles hasta finales del siglo pasado, con múltiples generadores y bases de reparto que permitirían una asignación eficiente de los costes indirectos, los astilleros siguen empleando la disminuida mano de obra como generador de coste en el reparto de los incrementados gastos indirectos y generales del astillero.

Para el futuro: los generadores de coste propuestos en la parte 4 de esta tesis son simples propuestas resultado del análisis de unas instalaciones productivas tipo, y del consumo de recursos indirectos que realizan las actividades en ellas desarrolladas. Es útil como punto de partida, pero es necesario el estudio particular de cada astillero a fin de obtener la solución óptima para el control de costes.

La inversión en el análisis de los procesos y en la implementación de un sistema de control de costes eficiente que integre todas las particularidades del proceso productivo del astillero es imprescindible. Un mal control equivale a no tener control.



ANEXO A.1 – SALIDAS PROGRAMA SIMULACIÓN PARTE 3

Índice de Ilustraciones Anexo 1:

<i>Ilustración 1.- Gráfico tornado EE100007 Caso 1</i>	<i>291</i>
<i>Ilustración 2.- Gráfico tornado EE110001 Caso 1</i>	<i>293</i>
<i>Ilustración 3.- Gráfico tornado EE110005 Caso 1</i>	<i>295</i>
<i>Ilustración 4.- Gráfico tornado EE130004 Caso 1</i>	<i>297</i>
<i>Ilustración 5.- Gráfico tornado EE150001 Caso 1</i>	<i>300</i>
<i>Ilustración 6.- Gráfico tornado EE150002 Caso 1</i>	<i>302</i>
<i>Ilustración 7.- Gráfico tornado EE100007 Caso 2</i>	<i>305</i>
<i>Ilustración 8.- Gráfico tornado EE110001 Caso 2</i>	<i>308</i>
<i>Ilustración 9.- Gráfico tornado EE110005 Caso 2</i>	<i>310</i>
<i>Ilustración 10.- Gráfico tornado EE130004 Caso 2</i>	<i>313</i>
<i>Ilustración 11.- Gráfico tornado EE150001 Caso 2</i>	<i>316</i>
<i>Ilustración 12.- Gráfico tornado EE150002 Caso 2</i>	<i>319</i>
<i>Ilustración 13.- Gráfico tornado EE100007 Caso 3</i>	<i>321</i>
<i>Ilustración 14.- Gráfico tornado EE110001 Caso 3</i>	<i>323</i>
<i>Ilustración 15.- Gráfico tornado EE110005 Caso 3</i>	<i>325</i>
<i>Ilustración 16.- Gráfico tornado EE130004 Caso 3</i>	<i>327</i>
<i>Ilustración 17.- Gráfico tornado EE150001 Caso 3</i>	<i>329</i>
<i>Ilustración 18.- Gráfico tornado EE150002 Caso 3</i>	<i>331</i>
<i>Ilustración 19.- Gráfico tornado EE100007 Caso 4</i>	<i>334</i>
<i>Ilustración 20.- Gráfico tornado EE110001 Caso 4</i>	<i>337</i>
<i>Ilustración 21.- Gráfico tornado EE110005 Caso 4</i>	<i>339</i>
<i>Ilustración 22.- Gráfico tornado EE130004 Caso 4</i>	<i>342</i>
<i>Ilustración 23.- Gráfico tornado EE150001 Caso 4</i>	<i>347</i>
<i>Ilustración 24.- Gráfico tornado EE150002 Caso 4</i>	<i>350</i>

Índice de Tablas Anexo 1:

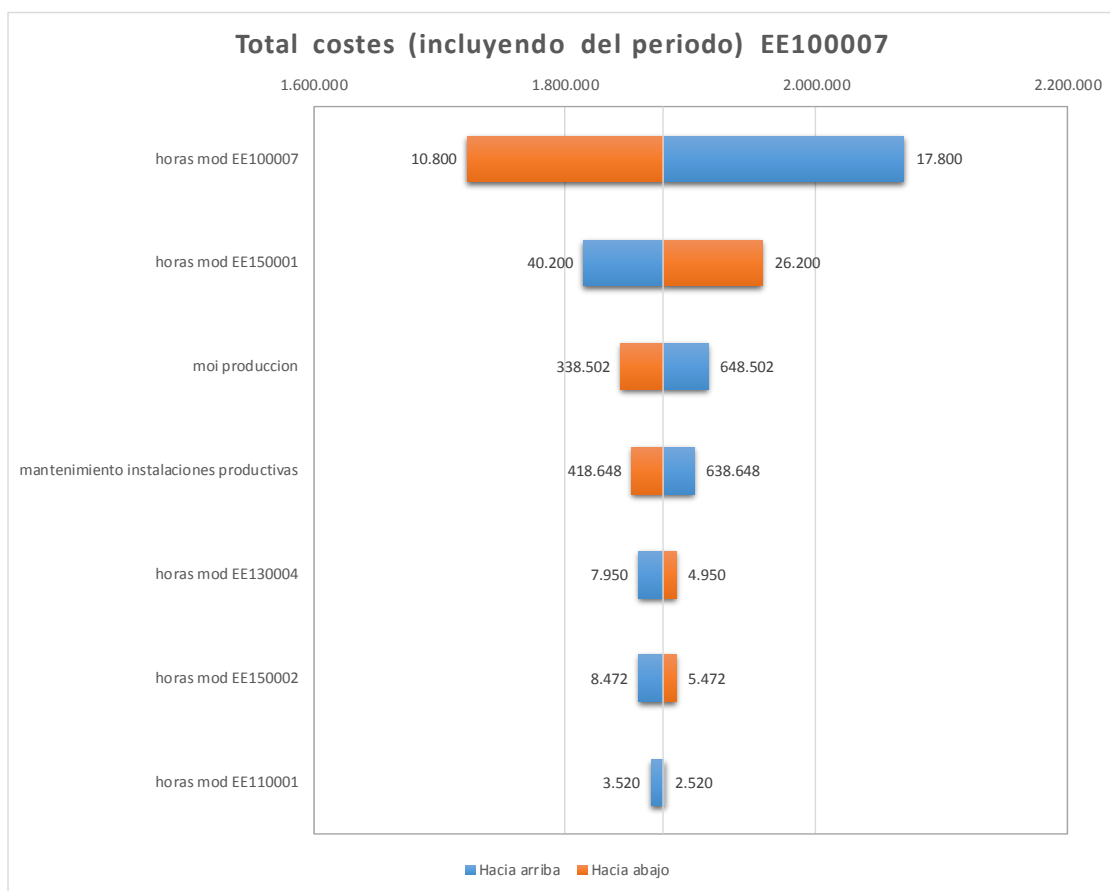
<i>Tabla 1.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE100007 Caso 1</i>	<i>290</i>
<i>Tabla 2.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE110001 Caso 1</i>	<i>292</i>
<i>Tabla 3.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE110005 Caso 1</i>	<i>294</i>
<i>Tabla 4.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE130004 Caso 1</i>	<i>296</i>
<i>Tabla 5.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE150001 Caso 1</i>	<i>299</i>
<i>Tabla 6.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE150002 Caso 1</i>	<i>301</i>
<i>Tabla 7.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE100007 Caso 2</i>	<i>303</i>



<i>Tabla 8.- Salida datos horas máquina vs mantenimiento instalaciones EE100007 Caso 2</i>	<i>304</i>
<i>Tabla 9.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE110001 Caso 2</i>	<i>306</i>
<i>Tabla 10.- Salida datos horas máquina vs mantenimiento instalaciones EE110001 Caso 2</i>	<i>307</i>
<i>Tabla 11.- Salida datos horas m.o.i. vs mantenimiento instalaciones EE110005 Caso 2</i>	<i>309</i>
<i>Tabla 12.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE130004 Caso 2</i>	<i>311</i>
<i>Tabla 13.- Salida datos horas máquina vs mantenimiento instalaciones EE130004 Caso 2</i>	<i>312</i>
<i>Tabla 14.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE150001 Caso 2</i>	<i>314</i>
<i>Tabla 15.- Salida datos horas máquina vs mantenimiento instalaciones EE150001 Caso 2</i>	<i>315</i>
<i>Tabla 16.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE150002 Caso 2</i>	<i>317</i>
<i>Tabla 17.- Salida datos horas máquina vs mantenimiento instalaciones EE150002 Caso 2</i>	<i>318</i>
<i>Tabla 18.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE100007 Caso 3</i>	<i>320</i>
<i>Tabla 19.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE110001 Caso 3</i>	<i>322</i>
<i>Tabla 20.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE110005 Caso 3</i>	<i>324</i>
<i>Tabla 21.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE130004 Caso 3</i>	<i>326</i>
<i>Tabla 22.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE150001 Caso 3</i>	<i>328</i>
<i>Tabla 23.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE150002 Caso 3</i>	<i>330</i>
<i>Tabla 24.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE100007 Caso 4</i>	<i>332</i>
<i>Tabla 25.- Salida datos horas máquina vs mantenimiento instalaciones EE100007 Caso 4</i>	<i>333</i>
<i>Tabla 26.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE110001 Caso 4</i>	<i>335</i>
<i>Tabla 27.- Salida datos horas máquina vs mantenimiento instalaciones EE110001 Caso 4</i>	<i>336</i>
<i>Tabla 28.- Salida datos m.o.i producción vs mantenimiento instalaciones EE110005 Caso 4</i>	<i>338</i>
<i>Tabla 29.- Salida datos m.o.d. vs m.o.i producción EE130004 Caso 4</i>	<i>340</i>
<i>Tabla 30.- Salida datos horas máquina vs mantenimiento instalaciones EE130004 Caso 4</i>	<i>341</i>
<i>Tabla 31.- Salida datos m.o.d. vs m.o.i producción EE150001 Caso 4</i>	<i>345</i>
<i>Tabla 32.- Salida datos horas máquina vs mantenimiento instalaciones EE150001 Caso 4</i>	<i>346</i>
<i>Tabla 33.- Salida datos m.o.d. vs m.o.i producción EE150002 Caso 4</i>	<i>349</i>
<i>Tabla 34.- Salida datos horas máquina vs mantenimiento instalaciones EE150002 Caso 4</i>	<i>349</i>

Gráfico de tendencia	horas mod EE100007 (10.800)	horas mod EE100007 (11.800)	horas mod EE100007 (12.800)	horas mod EE100007 (13.800)	horas mod EE100007 (14.800)	horas mod EE100007 (15.800)	horas mod EE100007 (16.800)	horas mod EE100007 (17.800)	
Gráfico de superposición									
Gráfico de previsión									
moi produccion (308.502)	1.611.093	1.654.945	1.698.040	1.740.410	1.782.082	1.823.082	1.863.436	1.903.167	1
moi produccion (318.502)	1.611.093	1.654.945	1.698.040	1.740.410	1.782.082	1.823.082	1.863.436	1.903.167	2
moi produccion (328.502)	1.612.551	1.656.516	1.699.723	1.742.201	1.783.978	1.825.080	1.865.534	1.905.362	3
moi produccion (338.502)	1.612.551	1.656.516	1.699.723	1.742.201	1.783.978	1.825.080	1.865.534	1.905.362	4
moi produccion (348.502)	1.614.010	1.658.088	1.701.406	1.743.991	1.785.873	1.827.078	1.867.632	1.907.558	5
moi produccion (358.502)	1.614.010	1.658.088	1.701.406	1.743.991	1.785.873	1.827.078	1.867.632	1.907.558	6
moi produccion (368.502)	1.615.468	1.659.660	1.703.088	1.745.782	1.787.769	1.829.077	1.869.730	1.909.754	7
moi produccion (378.502)	1.615.468	1.659.660	1.703.088	1.745.782	1.787.769	1.829.077	1.869.730	1.909.754	8
moi produccion (388.502)	1.615.468	1.659.660	1.703.088	1.745.782	1.787.769	1.829.077	1.869.730	1.909.754	9
moi produccion (398.502)	1.616.926	1.661.232	1.704.771	1.747.572	1.789.665	1.831.075	1.871.828	1.911.949	10
moi produccion (408.502)	1.616.926	1.661.232	1.704.771	1.747.572	1.789.665	1.831.075	1.871.828	1.911.949	11
moi produccion (418.502)	1.618.384	1.662.804	1.706.454	1.749.363	1.791.560	1.833.073	1.873.926	1.914.145	12
moi produccion (428.502)	1.618.384	1.662.804	1.706.454	1.749.363	1.791.560	1.833.073	1.873.926	1.914.145	13
moi produccion (438.502)	1.618.384	1.662.804	1.706.454	1.749.363	1.791.560	1.833.073	1.873.926	1.914.145	14
moi produccion (448.502)	1.619.842	1.664.376	1.708.136	1.751.154	1.793.456	1.835.071	1.876.025	1.916.340	15
moi produccion (458.502)	1.619.842	1.664.376	1.708.136	1.751.154	1.793.456	1.835.071	1.876.025	1.916.340	16
moi produccion (468.502)	1.621.300	1.665.948	1.709.819	1.752.944	1.795.352	1.837.069	1.878.123	1.918.536	17
moi produccion (478.502)	1.621.300	1.665.948	1.709.819	1.752.944	1.795.352	1.837.069	1.878.123	1.918.536	18
moi produccion (488.502)	1.622.758	1.667.519	1.711.502	1.754.735	1.797.248	1.839.068	1.880.221	1.920.732	19
moi produccion (498.502)	1.622.758	1.667.519	1.711.502	1.754.735	1.797.248	1.839.068	1.880.221	1.920.732	20
moi produccion (518.502)	1.622.758	1.667.519	1.711.502	1.754.735	1.797.248	1.839.068	1.880.221	1.920.732	21
moi produccion (528.502)	1.624.216	1.669.091	1.713.184	1.756.525	1.799.143	1.841.066	1.882.319	1.922.927	22
moi produccion (538.502)	1.624.216	1.669.091	1.713.184	1.756.525	1.799.143	1.841.066	1.882.319	1.922.927	23
moi produccion (548.502)	1.625.674	1.670.663	1.714.867	1.758.316	1.801.039	1.843.064	1.884.417	1.925.123	24
moi produccion (558.502)	1.625.674	1.670.663	1.714.867	1.758.316	1.801.039	1.843.064	1.884.417	1.925.123	25
moi produccion (568.502)	1.625.674	1.670.663	1.714.867	1.758.316	1.801.039	1.843.064	1.884.417	1.925.123	26
moi produccion (578.502)	1.627.132	1.672.235	1.716.550	1.760.106	1.802.935	1.845.062	1.886.515	1.927.319	27
moi produccion (588.502)	1.627.132	1.672.235	1.716.550	1.760.106	1.802.935	1.845.062	1.886.515	1.927.319	28
moi produccion (598.502)	1.628.590	1.673.807	1.718.232	1.761.897	1.804.831	1.847.061	1.888.614	1.929.514	29
moi produccion (608.502)	1.628.590	1.673.807	1.718.232	1.761.897	1.804.831	1.847.061	1.888.614	1.929.514	30
moi produccion (618.502)	1.630.048	1.675.379	1.719.915	1.763.688	1.806.726	1.849.059	1.890.712	1.931.710	31
moi produccion (628.502)	1.630.048	1.675.379	1.719.915	1.763.688	1.806.726	1.849.059	1.890.712	1.931.710	32
moi produccion (638.502)	1.630.048	1.675.379	1.719.915	1.763.688	1.806.726	1.849.059	1.890.712	1.931.710	33
moi produccion (648.502)	1.631.507	1.676.951	1.721.598	1.765.478	1.808.622	1.851.057	1.892.810	1.933.906	34
moi produccion (658.502)	1.631.507	1.676.951	1.721.598	1.765.478	1.808.622	1.851.057	1.892.810	1.933.906	35
moi produccion (668.502)	1.632.965	1.678.523	1.723.280	1.767.269	1.810.518	1.853.055	1.894.908	1.936.101	36
moi produccion (678.502)	1.632.965	1.678.523	1.723.280	1.767.269	1.810.518	1.853.055	1.894.908	1.936.101	37
moi produccion (687.753)	1.632.965	1.678.523	1.723.280	1.767.269	1.810.518	1.853.055	1.894.908	1.936.101	38
	1	2	3	4	5	6	7	8	

Tabla 19.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE100007 Caso 1



Las etiquetas de barras muestran el rango de prueba de cada variable de entrada

Guardar estilo de gráfico

Restablecer estilo de gráfico

Variable de entrada	Total costes (incluyendo del periodo) EE100007				Entrada		
	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango	Explicación de variación ¹	Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
horas mod EE100007	1.722.729	2.070.305	347.577	80,51%	10.800	17.800	13.800
horas mod EE150001	1.957.520	1.815.311	142.209	93,99%	26.200	40.200	33.200
moi produccion	1.844.962	1.914.027	69.065	97,16%	338.502	648.502	488.502
mantenimiento instalaciones productivas	1.853.874	1.902.887	49.014	98,77%	418.648	638.648	528.648
horas mod EE130004	1.888.573	1.858.952	29.621	99,35%	4.950	7.950	5.950
horas mod EE150002	1.888.573	1.858.952	29.621	99,94%	5.472	8.472	6.472
horas mod EE110001	1.878.380	1.868.512	9.869	100,00%	2.520	3.520	2.520

¹a explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado

Rango de prueba

Puntos de prueba

Personalizar rangos de prueba por variable

Mostrar variables superiores

Caso base de las variables de Crystal Ball

Percentiles de las variables

10% a 90%

5

Desactivado

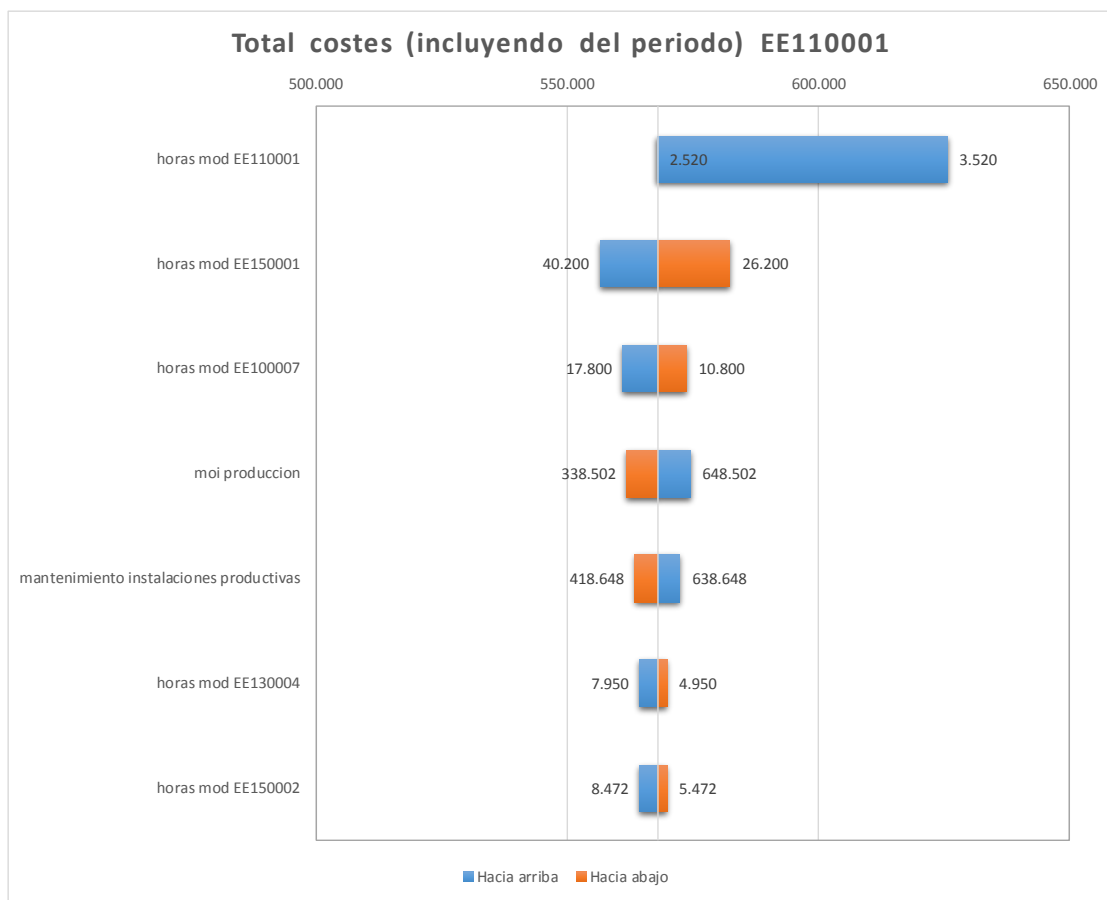
20

Valores de mediana

Ilustración 24.- Gráfico tornado EE100007 Caso 1

Gráfico de tendencia	horas mod EE110001 (2.520)	horas mod EE110001 (4.200)	
Gráfico de superposición			
Gráfico de previsión			
moi produccion (308.502)	540.753	616.740	1
moi produccion (318.502)	540.753	616.740	2
moi produccion (328.502)	541.070	617.258	3
moi produccion (338.502)	541.070	617.258	4
moi produccion (348.502)	541.388	617.776	5
moi produccion (358.502)	541.388	617.776	6
moi produccion (368.502)	541.705	618.294	7
moi produccion (378.502)	541.705	618.294	8
moi produccion (388.502)	541.705	618.294	9
moi produccion (398.502)	542.022	618.812	10
moi produccion (408.502)	542.022	618.812	11
moi produccion (418.502)	542.340	619.330	12
moi produccion (428.502)	542.340	619.330	13
moi produccion (438.502)	542.340	619.330	14
moi produccion (448.502)	542.657	619.848	15
moi produccion (458.502)	542.657	619.848	16
moi produccion (468.502)	542.975	620.366	17
moi produccion (478.502)	542.975	620.366	18
moi produccion (488.502)	543.292	620.884	19
moi produccion (498.502)	543.292	620.884	20
moi produccion (518.502)	543.292	620.884	21
moi produccion (528.502)	543.610	621.402	22
moi produccion (538.502)	543.610	621.402	23
moi produccion (548.502)	543.927	621.920	24
moi produccion (558.502)	543.927	621.920	25
moi produccion (568.502)	543.927	621.920	26
moi produccion (578.502)	544.244	622.438	27
moi produccion (588.502)	544.244	622.438	28
moi produccion (598.502)	544.562	622.956	29
moi produccion (608.502)	544.562	622.956	30
moi produccion (618.502)	544.879	623.474	31
moi produccion (628.502)	544.879	623.474	32
moi produccion (638.502)	544.879	623.474	33
moi produccion (648.502)	545.197	623.993	34
moi produccion (658.502)	545.197	623.993	35
moi produccion (668.502)	545.514	624.511	36
moi produccion (678.502)	545.514	624.511	37
moi produccion (687.753)	545.514	624.511	38
	1	2	

Tabla 20.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE110001 Caso 1



Las etiquetas de barras muestran el rango de prueba de cada variable de entrada

Guardar estilo de gráfico

Restablecer estilo de gráfico

Variable de entrada	Total costes (incluyendo del periodo) EE110001				Entrada		
	Explicación de				Caso base		
	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango	variación ¹	Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
horas mod EE110001	568.030	625.644	57.614	74,57%	2.520	3.520	2.520
horas mod EE150001	582.482	556.513	25.969	89,72%	26.200	40.200	33.200
horas mod EE100007	573.803	561.149	12.654	93,31%	10.800	17.800	13.800
moi produccion	561.927	574.539	12.612	96,89%	338.502	648.502	488.502
mantenimiento instalaciones productivas	563.555	572.505	8.950	98,69%	418.648	638.648	528.648
horas mod EE130004	569.891	564.482	5.409	99,34%	4.950	7.950	5.950
horas mod EE150002	569.891	564.482	5.409	100,00%	5.472	8.472	6.472

¹a explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado

Rango de prueba

Puntos de prueba

Personalizar rangos de prueba por variable

Mostrar variables superiores

Caso base de las variables de Crystal Ball

Percentiles de las variables

10% a 90%

5

Desactivado

20

Valores de mediana

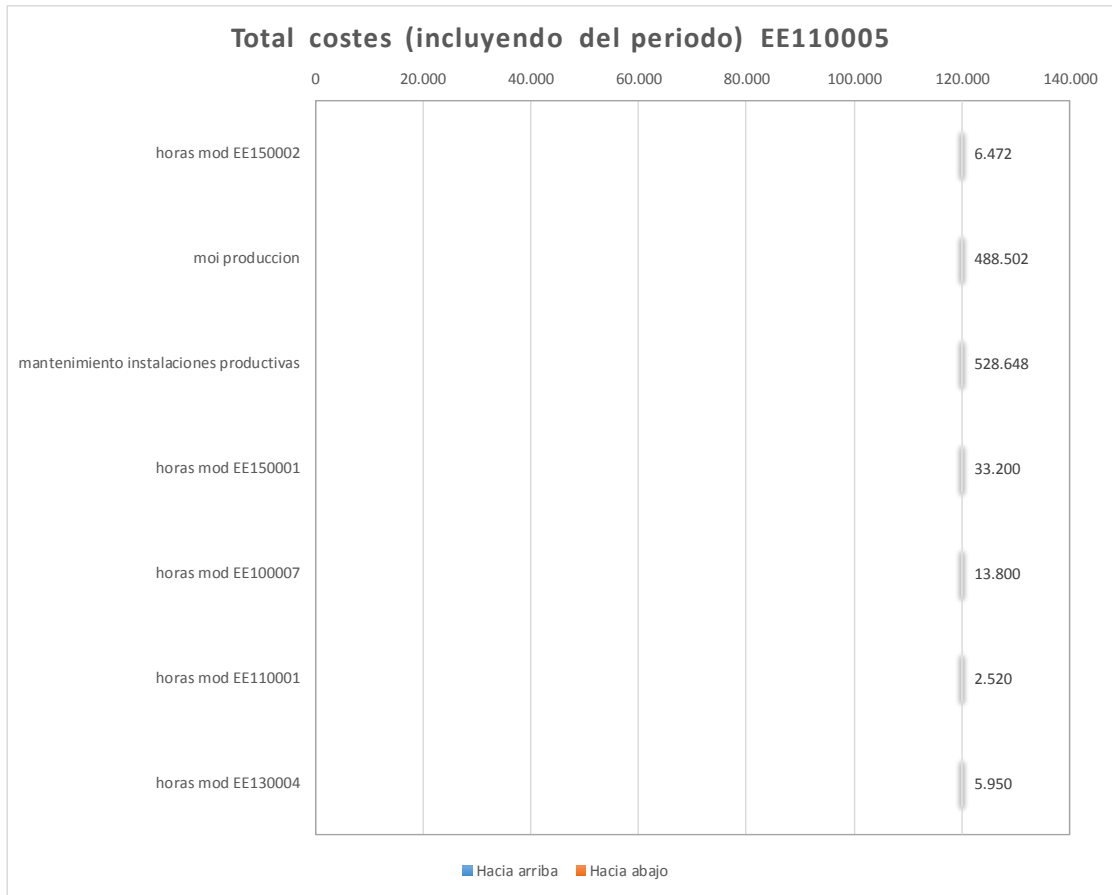
Ilustración 25.- Gráfico tornado EE110001 Caso 1

[illegible]

moi production (548.502)	132.159	24
moi production (538.502)	132.159	23
moi production (528.502)	132.159	22
moi production (518.502)	132.159	21
moi production (498.502)	132.159	20
moi production (488.502)	132.159	19
moi production (478.502)	132.159	18
moi production (468.502)	132.159	17
moi production (458.502)	132.159	16
moi production (448.502)	132.159	15
moi production (438.502)	132.159	14
moi production (428.502)	132.159	13
moi production (418.502)	132.159	12
moi production (408.502)	132.159	11

moi production (687.753)	132.159
moi production (678.502)	132.159
moi production (668.502)	132.159
moi production (658.502)	132.159
moi production (648.502)	132.159
moi production (638.502)	132.159
moi production (628.502)	132.159
moi production (618.502)	132.159
moi production (608.502)	132.159
moi production (598.502)	132.159
moi production (588.502)	132.159
moi production (578.502)	132.159
moi production (568.502)	132.159
moi production (558.502)	132.159

Tabla 21.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE110005 Caso 1



Las etiquetas de barras muestran el rango de prueba de cada variable de entrada

Guardar estilo de gráfico

Restablecer estilo de gráfico

Variable de entrada	Total costes (incluyendo del periodo) EE110005				Entrada		
	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango	Explicación de variación ¹	Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
horas mod EE150002	120.000	120.000	0	---	5.472	5.472	6.472
moi produccion	120.000	120.000	0	---	338.502	338.502	488.502
mantenimiento instalaciones productivas	120.000	120.000	0	---	418.648	418.648	528.648
horas mod EE150001	120.000	120.000	0	---	26.200	26.200	33.200
horas mod EE100007	120.000	120.000	0	---	10.800	10.800	13.800
horas mod EE110001	120.000	120.000	0	---	2.520	2.520	2.520
horas mod EE130004	120.000	120.000	0	---	4.950	4.950	5.950

¹La explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado

Rango de prueba

Puntos de prueba

Personalizar rangos de prueba por variable

Mostrar variables superiores

Caso base de las variables de Crystal Ball

Percentiles de las variables

10% a 90%

5

Desactivado

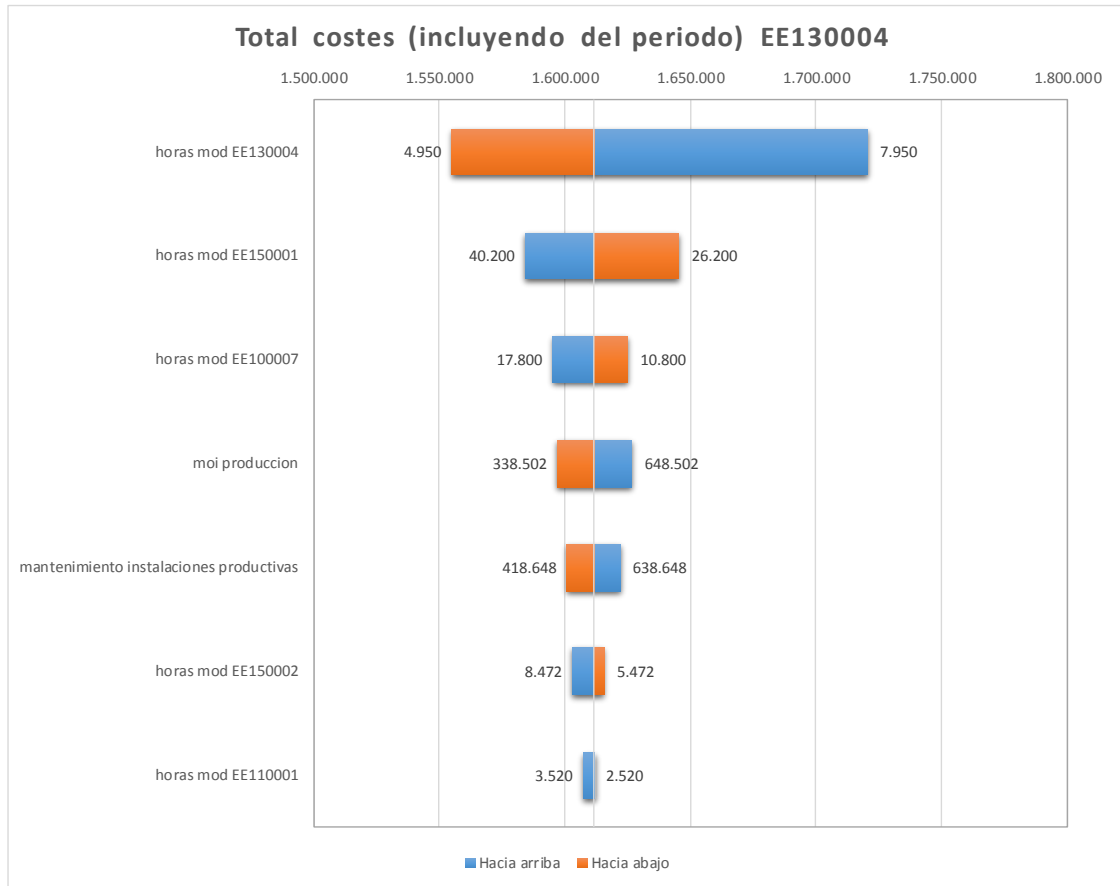
20

Valores de mediana

Ilustración 26.- Gráfico tornado EE110005 Caso 1

Gráfico de tendencia	horas mod EE130004 (4.950)	horas mod EE130004 (5.950)	horas mod EE130004 (6.950)	horas mod EE130004 (7.950)	
Gráfico de superposición					
Gráfico de previsión					
moi produccion (308.502)	1.571.353	1.616.341	1.660.582	1.704.105	1
moi produccion (318.502)	1.571.353	1.616.341	1.660.582	1.704.105	2
moi produccion (328.502)	1.571.987	1.617.093	1.661.450	1.705.086	3
moi produccion (338.502)	1.571.987	1.617.093	1.661.450	1.705.086	4
moi produccion (348.502)	1.572.621	1.617.846	1.662.318	1.706.067	5
moi produccion (358.502)	1.572.621	1.617.846	1.662.318	1.706.067	6
moi produccion (368.502)	1.573.255	1.618.598	1.663.186	1.707.047	7
moi produccion (378.502)	1.573.255	1.618.598	1.663.186	1.707.047	8
moi produccion (388.502)	1.573.255	1.618.598	1.663.186	1.707.047	9
moi produccion (398.502)	1.573.889	1.619.351	1.664.054	1.708.028	10
moi produccion (408.502)	1.573.889	1.619.351	1.664.054	1.708.028	11
moi produccion (418.502)	1.574.523	1.620.103	1.664.922	1.709.009	12
moi produccion (428.502)	1.574.523	1.620.103	1.664.922	1.709.009	13
moi produccion (438.502)	1.574.523	1.620.103	1.664.922	1.709.009	14
moi produccion (448.502)	1.575.157	1.620.856	1.665.790	1.709.989	15
moi produccion (458.502)	1.575.157	1.620.856	1.665.790	1.709.989	16
moi produccion (468.502)	1.575.791	1.621.608	1.666.658	1.710.970	17
moi produccion (478.502)	1.575.791	1.621.608	1.666.658	1.710.970	18
moi produccion (488.502)	1.576.425	1.622.361	1.667.526	1.711.950	19
moi produccion (498.502)	1.576.425	1.622.361	1.667.526	1.711.950	20
moi produccion (518.502)	1.576.425	1.622.361	1.667.526	1.711.950	21
moi produccion (528.502)	1.577.059	1.623.113	1.668.394	1.712.931	22
moi produccion (538.502)	1.577.059	1.623.113	1.668.394	1.712.931	23
moi produccion (548.502)	1.577.693	1.623.866	1.669.262	1.713.912	24
moi produccion (558.502)	1.577.693	1.623.866	1.669.262	1.713.912	25
moi produccion (568.502)	1.577.693	1.623.866	1.669.262	1.713.912	26
moi produccion (578.502)	1.578.328	1.624.618	1.670.130	1.714.892	27
moi produccion (588.502)	1.578.328	1.624.618	1.670.130	1.714.892	28
moi produccion (598.502)	1.578.962	1.625.371	1.670.998	1.715.873	29
moi produccion (608.502)	1.578.962	1.625.371	1.670.998	1.715.873	30
moi produccion (618.502)	1.579.596	1.626.123	1.671.866	1.716.854	31
moi produccion (628.502)	1.579.596	1.626.123	1.671.866	1.716.854	32
moi produccion (638.502)	1.579.596	1.626.123	1.671.866	1.716.854	33
moi produccion (648.502)	1.580.230	1.626.876	1.672.734	1.717.834	34
moi produccion (658.502)	1.580.230	1.626.876	1.672.734	1.717.834	35
moi produccion (668.502)	1.580.864	1.627.628	1.673.602	1.718.815	36
moi produccion (678.502)	1.580.864	1.627.628	1.673.602	1.718.815	37
moi produccion (687.753)	1.580.864	1.627.628	1.673.602	1.718.815	38
	1	2	3	4	

Tabla 22.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE130004 Caso 1



Las etiquetas de barras muestran el rango de prueba de cada variable de entrada

Guardar estilo de gráfico

Restablecer estilo de gráfico

Variable de entrada	Total costes (incluyendo del periodo) EE130004				Entrada		
	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango	Explicación de variación ¹	Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
horas mod EE130004	1.555.150	1.720.695	165.545	81,63%	4.950	7.950	5.950
horas mod EE150001	1.645.747	1.584.432	61.315	92,83%	26.200	40.200	33.200
horas mod EE100007	1.625.256	1.595.380	29.877	95,49%	10.800	17.800	13.800
moi produccion	1.597.217	1.626.994	29.778	98,13%	338.502	648.502	488.502
mantenimiento instalaciones productivas	1.601.059	1.622.191	21.133	99,46%	418.648	638.648	528.648
horas mod EE150002	1.616.020	1.603.248	12.772	99,95%	5.472	8.472	6.472
horas mod EE110001	1.611.625	1.607.370	4.255	100,00%	2.520	3.520	2.520

¹a explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado

Rango de prueba

Puntos de prueba

Personalizar rangos de prueba por variable

Mostrar variables superiores

Caso base de las variables de Crystal Ball

Percentiles de las variables

10% a 90%

5

Desactivado

20

Valores de mediana

Ilustración 27.- Gráfico tornado EE130004 Caso 1

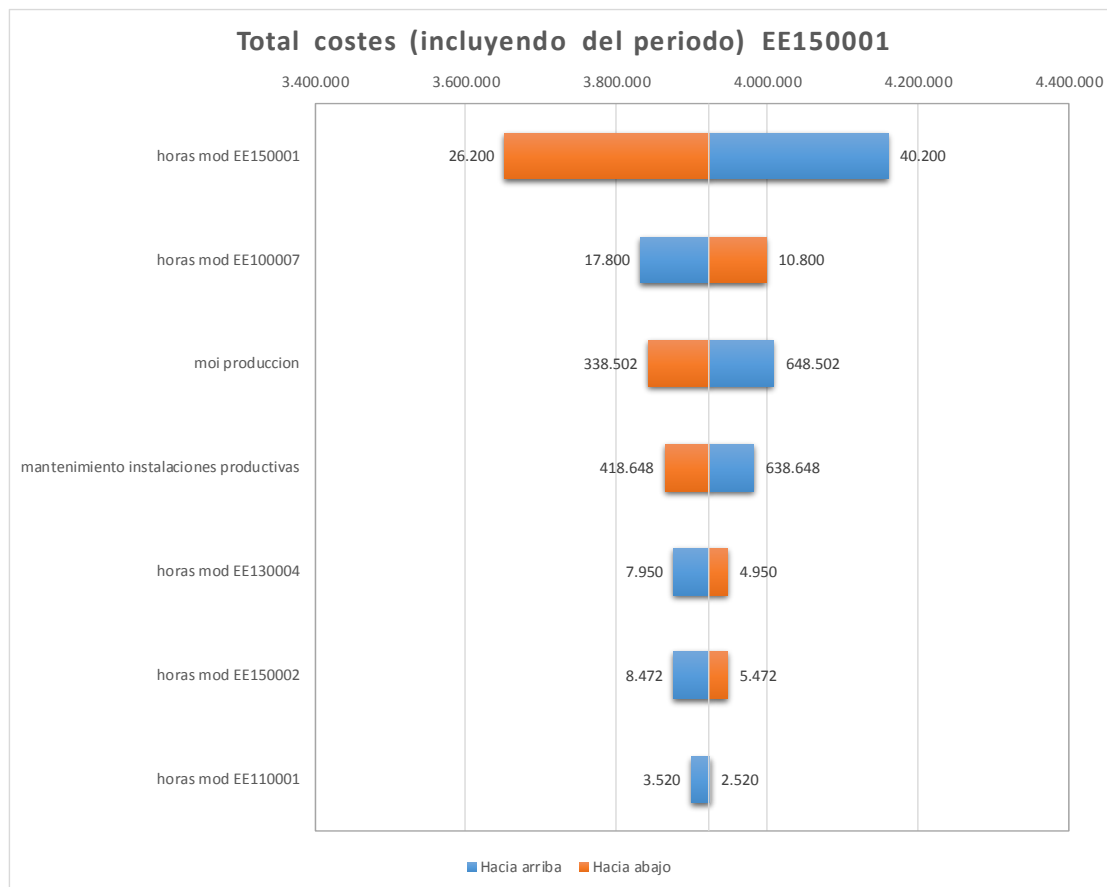


Gráfico de tendencia	horas mod EE150001 (25.200)	horas mod EE150001 (26.200)	horas mod EE150001 (27.200)	horas mod EE150001 (28.200)	horas mod EE150001 (29.200)	horas mod EE150001 (30.200)	horas mod EE150001 (31.200)	horas mod EE150001 (32.200)	horas mod EE150001 (33.200)	horas mod EE150001 (34.200)	horas mod EE150001 (36.200)	horas mod EE150001 (37.200)	horas mod EE150001 (38.200)	horas mod EE150001 (39.200)	horas mod EE150001 (40.200)	horas mod EE150001 (41.200)	horas mod EE150001 (42.000)	
Gráfico de superposición																		
Gráfico de previsión																		
moi produccion (308.502)	3.325.982	3.364.600	3.402.509	3.439.741	3.476.325	3.512.289	3.547.660	3.582.462	3.616.720	3.650.456	3.716.443	3.748.733	3.780.579	3.811.998	3.843.006	3.873.617	3.897.831	1
moi produccion (318.502)	3.325.982	3.364.600	3.402.509	3.439.741	3.476.325	3.512.289	3.547.660	3.582.462	3.616.720	3.650.456	3.716.443	3.748.733	3.780.579	3.811.998	3.843.006	3.873.617	3.897.831	2
moi produccion (328.502)	3.329.903	3.368.614	3.406.614	3.443.933	3.480.602	3.516.649	3.552.100	3.586.980	3.621.314	3.655.123	3.721.252	3.753.611	3.785.523	3.817.006	3.848.077	3.878.750	3.903.012	3
moi produccion (338.502)	3.329.903	3.368.614	3.406.614	3.443.933	3.480.602	3.516.649	3.552.100	3.586.980	3.621.314	3.655.123	3.721.252	3.753.611	3.785.523	3.817.006	3.848.077	3.878.750	3.903.012	4
moi produccion (348.502)	3.333.824	3.372.628	3.410.718	3.448.125	3.484.879	3.521.008	3.556.540	3.591.498	3.625.908	3.659.791	3.726.062	3.758.488	3.790.467	3.822.015	3.853.148	3.883.883	3.908.193	5
moi produccion (358.502)	3.333.824	3.372.628	3.410.718	3.448.125	3.484.879	3.521.008	3.556.540	3.591.498	3.625.908	3.659.791	3.726.062	3.758.488	3.790.467	3.822.015	3.853.148	3.883.883	3.908.193	6
moi produccion (368.502)	3.337.745	3.376.643	3.414.823	3.452.317	3.489.156	3.525.368	3.560.980	3.596.016	3.630.502	3.664.459	3.730.871	3.763.366	3.795.411	3.827.023	3.858.219	3.889.015	3.913.373	7
moi produccion (378.502)	3.337.745	3.376.643	3.414.823	3.452.317	3.489.156	3.525.368	3.560.980	3.596.016	3.630.502	3.664.459	3.730.871	3.763.366	3.795.411	3.827.023	3.858.219	3.889.015	3.913.373	8
moi produccion (388.502)	3.337.745	3.376.643	3.414.823	3.452.317	3.489.156	3.525.368	3.560.980	3.596.016	3.630.502	3.664.459	3.730.871	3.763.366	3.795.411	3.827.023	3.858.219	3.889.015	3.913.373	9
moi produccion (398.502)	3.341.666	3.380.657	3.418.927	3.456.509	3.493.433	3.529.728	3.565.420	3.600.535	3.635.096	3.669.126	3.735.680	3.768.243	3.800.354	3.832.031	3.863.291	3.894.148	3.918.554	10
moi produccion (408.502)	3.341.666	3.380.657	3.418.927	3.456.509	3.493.433	3.529.728	3.565.420	3.600.535	3.635.096	3.669.126	3.735.680	3.768.243	3.800.354	3.832.031	3.863.291	3.894.148	3.918.554	11
moi produccion (418.502)	3.345.587	3.384.671	3.423.032	3.460.701	3.497.711	3.534.088	3.569.860	3.605.053	3.639.690	3.673.794	3.740.490	3.773.120	3.805.298	3.837.040	3.868.362	3.899.281	3.923.735	12
moi produccion (428.502)	3.345.587	3.384.671	3.423.032	3.460.701	3.497.711	3.534.088	3.569.860	3.605.053	3.639.690	3.673.794	3.740.490	3.773.120	3.805.298	3.837.040	3.868.362	3.899.281	3.923.735	13
moi produccion (438.502)	3.345.587	3.384.671	3.423.032	3.460.701	3.497.711	3.534.088	3.569.860	3.605.053	3.639.690	3.673.794	3.740.490	3.773.120	3.805.298	3.837.040	3.868.362	3.899.281	3.923.735	14
moi produccion (448.502)	3.349.508	3.388.685	3.427.136	3.464.893	3.501.988	3.538.447	3.574.300	3.609.571	3.644.284	3.678.462	3.745.299	3.777.998	3.810.242	3.842.048	3.873.433	3.904.413	3.928.916	15
moi produccion (458.502)	3.349.508	3.388.685	3.427.136	3.464.893	3.501.988	3.538.447	3.574.300	3.609.571	3.644.284	3.678.462	3.745.299	3.777.998	3.810.242	3.842.048	3.873.433	3.904.413	3.928.916	16
moi produccion (468.502)	3.353.429	3.392.699	3.431.240	3.469.085	3.506.265	3.542.807	3.578.740	3.614.089	3.648.877	3.683.129	3.750.108	3.782.875	3.815.185	3.847.056	3.878.505	3.909.546	3.934.096	17
moi produccion (478.502)	3.353.429	3.392.699	3.431.240	3.469.085	3.506.265	3.542.807	3.578.740	3.614.089	3.648.877	3.683.129	3.750.108	3.782.875	3.815.185	3.847.056	3.878.505	3.909.546	3.934.096	18
moi produccion (488.502)	3.357.350	3.396.713	3.435.345	3.473.278	3.510.542	3.547.167	3.583.180	3.618.607	3.653.471	3.687.797	3.754.918	3.787.753	3.820.129	3.852.065	3.883.576	3.914.679	3.939.277	19



Gráfico de tendencia	horas mod EE150001 (25.200)	horas mod EE150001 (26.200)	horas mod EE150001 (27.200)	horas mod EE150001 (28.200)	horas mod EE150001 (29.200)	horas mod EE150001 (30.200)	horas mod EE150001 (31.200)	horas mod EE150001 (32.200)	horas mod EE150001 (33.200)	horas mod EE150001 (34.200)	horas mod EE150001 (36.200)	horas mod EE150001 (37.200)	horas mod EE150001 (38.200)	horas mod EE150001 (39.200)	horas mod EE150001 (40.200)	horas mod EE150001 (41.200)	horas mod EE150001 (42.000)	
Gráfico de superposición																		
Gráfico de previsión																		
moi produccion (498.502)	3.357.350	3.396.713	3.435.345	3.473.278	3.510.542	3.547.167	3.583.180	3.618.607	3.653.471	3.687.797	3.754.918	3.787.753	3.820.129	3.852.065	3.883.576	3.914.679	3.939.277	20
moi produccion (518.502)	3.357.350	3.396.713	3.435.345	3.473.278	3.510.542	3.547.167	3.583.180	3.618.607	3.653.471	3.687.797	3.754.918	3.787.753	3.820.129	3.852.065	3.883.576	3.914.679	3.939.277	21
moi produccion (528.502)	3.361.271	3.400.727	3.439.449	3.477.470	3.514.819	3.551.527	3.587.620	3.623.125	3.658.065	3.692.465	3.759.727	3.792.630	3.825.073	3.857.073	3.888.647	3.919.811	3.944.458	22
moi produccion (538.502)	3.361.271	3.400.727	3.439.449	3.477.470	3.514.819	3.551.527	3.587.620	3.623.125	3.658.065	3.692.465	3.759.727	3.792.630	3.825.073	3.857.073	3.888.647	3.919.811	3.944.458	23
moi produccion (548.502)	3.365.192	3.404.741	3.443.554	3.481.662	3.519.096	3.555.886	3.592.060	3.627.643	3.662.659	3.697.132	3.764.536	3.797.507	3.830.016	3.862.081	3.893.718	3.924.944	3.949.638	24
moi produccion (558.502)	3.365.192	3.404.741	3.443.554	3.481.662	3.519.096	3.555.886	3.592.060	3.627.643	3.662.659	3.697.132	3.764.536	3.797.507	3.830.016	3.862.081	3.893.718	3.924.944	3.949.638	25
moi produccion (568.502)	3.365.192	3.404.741	3.443.554	3.481.662	3.519.096	3.555.886	3.592.060	3.627.643	3.662.659	3.697.132	3.764.536	3.797.507	3.830.016	3.862.081	3.893.718	3.924.944	3.949.638	26
moi produccion (578.502)	3.369.112	3.408.755	3.447.658	3.485.854	3.523.373	3.560.246	3.596.500	3.632.161	3.667.253	3.701.800	3.769.346	3.802.385	3.834.960	3.867.089	3.898.790	3.930.077	3.954.819	27
moi produccion (588.502)	3.369.112	3.408.755	3.447.658	3.485.854	3.523.373	3.560.246	3.596.500	3.632.161	3.667.253	3.701.800	3.769.346	3.802.385	3.834.960	3.867.089	3.898.790	3.930.077	3.954.819	28
moi produccion (598.502)	3.373.033	3.412.769	3.451.762	3.490.046	3.527.650	3.564.606	3.600.940	3.636.679	3.671.847	3.706.468	3.774.155	3.807.262	3.839.904	3.872.098	3.903.861	3.935.209	3.960.000	29
moi produccion (608.502)	3.373.033	3.412.769	3.451.762	3.490.046	3.527.650	3.564.606	3.600.940	3.636.679	3.671.847	3.706.468	3.774.155	3.807.262	3.839.904	3.872.098	3.903.861	3.935.209	3.960.000	30
moi produccion (618.502)	3.376.954	3.416.783	3.455.867	3.494.238	3.531.928	3.568.966	3.605.380	3.641.197	3.676.441	3.711.135	3.778.964	3.812.140	3.844.848	3.877.106	3.908.932	3.940.342	3.965.181	31
moi produccion (628.502)	3.376.954	3.416.783	3.455.867	3.494.238	3.531.928	3.568.966	3.605.380	3.641.197	3.676.441	3.711.135	3.778.964	3.812.140	3.844.848	3.877.106	3.908.932	3.940.342	3.965.181	32
moi produccion (638.502)	3.376.954	3.416.783	3.455.867	3.494.238	3.531.928	3.568.966	3.605.380	3.641.197	3.676.441	3.711.135	3.778.964	3.812.140	3.844.848	3.877.106	3.908.932	3.940.342	3.965.181	33
moi produccion (648.502)	3.380.875	3.420.798	3.459.971	3.498.430	3.536.205	3.573.325	3.609.820	3.645.715	3.681.035	3.715.803	3.783.774	3.817.017	3.849.791	3.882.114	3.914.003	3.945.475	3.970.361	34
moi produccion (658.502)	3.380.875	3.420.798	3.459.971	3.498.430	3.536.205	3.573.325	3.609.820	3.645.715	3.681.035	3.715.803	3.783.774	3.817.017	3.849.791	3.882.114	3.914.003	3.945.475	3.970.361	35
moi produccion (668.502)	3.384.796	3.424.812	3.464.076	3.502.622	3.540.482	3.577.685	3.614.260	3.650.233	3.685.629	3.720.471	3.788.583	3.821.895	3.854.735	3.887.123	3.919.075	3.950.607	3.975.542	36
moi produccion (678.502)	3.384.796	3.424.812	3.464.076	3.502.622	3.540.482	3.577.685	3.614.260	3.650.233	3.685.629	3.720.471	3.788.583	3.821.895	3.854.735	3.887.123	3.919.075	3.950.607	3.975.542	37
moi produccion (687.753)	3.384.796	3.424.812	3.464.076	3.502.622	3.540.482	3.577.685	3.614.260	3.650.233	3.685.629	3.720.471	3.788.583	3.821.895	3.854.735	3.887.123	3.919.075	3.950.607	3.975.542	38
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	

Tabla 23.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE150001 Caso 1



Las etiquetas de barras muestran el rango de prueba de cada variable de entrada

Guardar estilo de gráfico

Restablecer estilo de gráfico

Variable de entrada	Total costes (incluyendo del periodo) EE150001				Entrada		
	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango	Explicación de variación ¹	Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
horas mod EE150001	3.652.351	4.160.216	507.865	76,32%	26.200	40.200	33.200
horas mod EE100007	3.999.079	3.832.371	166.708	84,54%	10.800	17.800	13.800
moi produccion	3.842.621	4.008.777	166.155	92,71%	338.502	648.502	488.502
mantenimiento instalaciones productivas	3.864.061	3.981.978	117.917	96,83%	418.648	638.648	528.648
horas mod EE130004	3.947.540	3.876.278	71.263	98,33%	4.950	7.950	5.950
horas mod EE150002	3.947.540	3.876.278	71.263	99,83%	5.472	8.472	6.472
horas mod EE110001	3.923.019	3.899.277	23.742	100,00%	2.520	3.520	2.520

¹a explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado

Rango de prueba

Puntos de prueba

Personalizar rangos de prueba por variable

Mostrar variables superiores

Caso base de las variables de Crystal Ball

Percentiles de las variables

10% a 90%

5

Desactivado

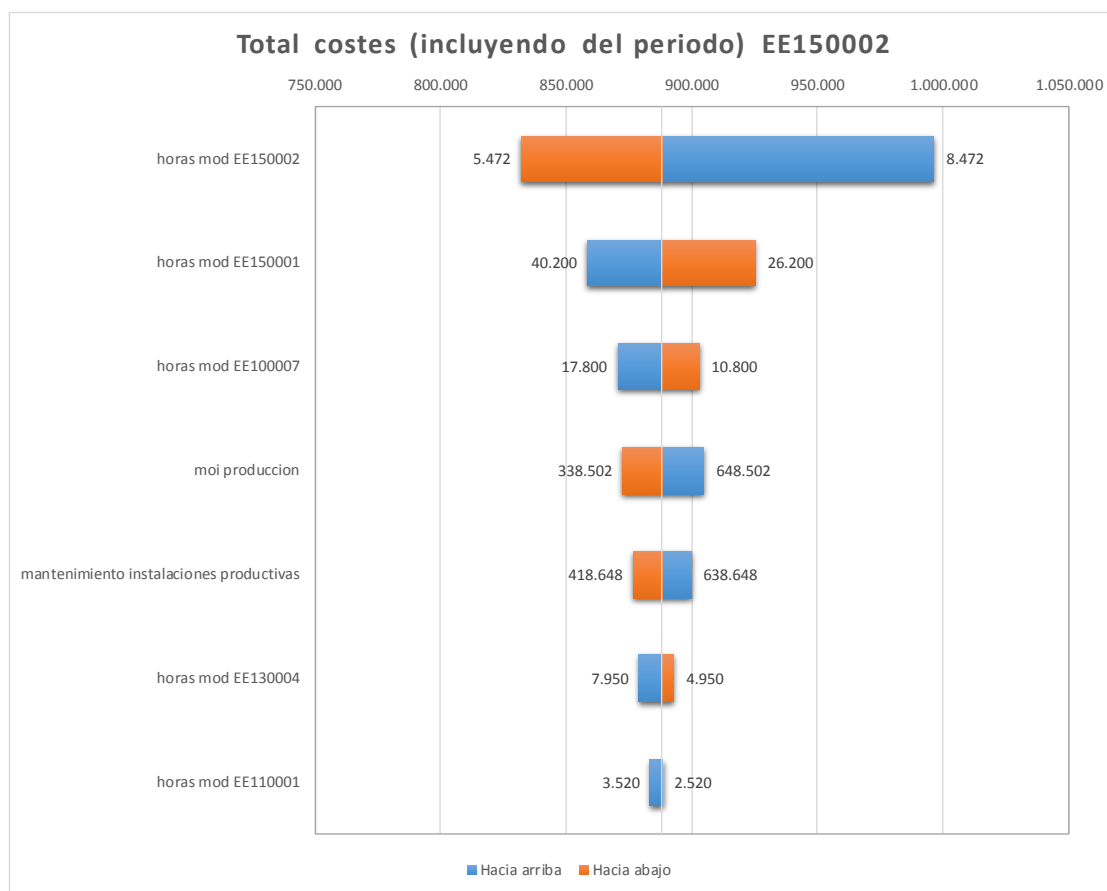
20

Valores de mediana

Ilustración 28.- Gráfico tornado EE150001 Caso 1

Gráfico de tendencia	horas mod EE150002 (5.472)	horas mod EE150002 (6.472)	horas mod EE150002 (7.472)	horas mod EE150002 (9.120)	
Gráfico de superposición					
Gráfico de previsión					
moi produccion (308.502)	774.668	819.689	863.957	935.342	1
moi produccion (318.502)	774.668	819.689	863.957	935.342	2
moi produccion (328.502)	775.375	820.514	864.898	936.467	3
moi produccion (338.502)	775.375	820.514	864.898	936.467	4
moi produccion (348.502)	776.081	821.340	865.839	937.592	5
moi produccion (358.502)	776.081	821.340	865.839	937.592	6
moi produccion (368.502)	776.788	822.165	866.780	938.717	7
moi produccion (378.502)	776.788	822.165	866.780	938.717	8
moi produccion (388.502)	776.788	822.165	866.780	938.717	9
moi produccion (398.502)	777.495	822.990	867.720	939.842	10
moi produccion (408.502)	777.495	822.990	867.720	939.842	11
moi produccion (418.502)	778.202	823.815	868.661	940.967	12
moi produccion (428.502)	778.202	823.815	868.661	940.967	13
moi produccion (438.502)	778.202	823.815	868.661	940.967	14
moi produccion (448.502)	778.909	824.641	869.602	942.092	15
moi produccion (458.502)	778.909	824.641	869.602	942.092	16
moi produccion (468.502)	779.615	825.466	870.543	943.217	17
moi produccion (478.502)	779.615	825.466	870.543	943.217	18
moi produccion (488.502)	780.322	826.291	871.484	944.342	19
moi produccion (498.502)	780.322	826.291	871.484	944.342	20
moi produccion (518.502)	780.322	826.291	871.484	944.342	21
moi produccion (528.502)	781.029	827.117	872.424	945.467	22
moi produccion (538.502)	781.029	827.117	872.424	945.467	23
moi produccion (548.502)	781.736	827.942	873.365	946.592	24
moi produccion (558.502)	781.736	827.942	873.365	946.592	25
moi produccion (568.502)	781.736	827.942	873.365	946.592	26
moi produccion (578.502)	782.442	828.767	874.306	947.717	27
moi produccion (588.502)	782.442	828.767	874.306	947.717	28
moi produccion (598.502)	783.149	829.592	875.247	948.842	29
moi produccion (608.502)	783.149	829.592	875.247	948.842	30
moi produccion (618.502)	783.856	830.418	876.188	949.967	31
moi produccion (628.502)	783.856	830.418	876.188	949.967	32
moi produccion (638.502)	783.856	830.418	876.188	949.967	33
moi produccion (648.502)	784.563	831.243	877.128	951.092	34
moi produccion (658.502)	784.563	831.243	877.128	951.092	35
moi produccion (668.502)	785.269	832.068	878.069	952.217	36
moi produccion (678.502)	785.269	832.068	878.069	952.217	37
moi produccion (687.753)	785.269	832.068	878.069	952.217	38
	1	2	3	4	

Tabla 24.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE150002 Caso 1



Las etiquetas de barras muestran el rango de prueba de cada variable de entrada

Guardar estilo de gráfico

Restablecer estilo de gráfico

Variable de entrada	Total costes (incluyendo del periodo) EE150002				Entrada		
	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango	Explicación de variación ¹	Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
horas mod EE150002	832.155	996.580	164.425	78,75%	5.472	8.472	6.472
horas mod EE150001	925.360	858.666	66.694	91,70%	26.200	40.200	33.200
horas mod EE100007	903.072	870.574	32.498	94,78%	10.800	17.800	13.800
moi produccion	872.572	904.962	32.390	97,84%	338.502	648.502	488.502
mantenimiento instalaciones productivas	876.751	899.738	22.987	99,38%	418.648	638.648	528.648
horas mod EE130004	893.025	879.133	13.892	99,94%	4.950	7.950	5.950
horas mod EE110001	888.244	883.616	4.628	100,00%	2.520	3.520	2.520

¹a explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado

Rango de prueba

Puntos de prueba

Personalizar rangos de prueba por variable

Mostrar variables superiores

Caso base de las variables de Crystal Ball

Percentiles de las variables

10% a 90%

5

Desactivado

20

Valores de mediana

Ilustración 29.- Gráfico tornado EE150002 Caso 1

Gráfico de tendencia	Costes indirectos moi producción (308.502)	Costes indirectos moi producción (318.502)	Costes indirectos moi producción (328.502)	Costes indirectos moi producción (338.502)	Costes indirectos moi producción (348.502)	Costes indirectos moi producción (358.502)	Costes indirectos moi producción (368.502)	Costes indirectos moi producción (378.502)	Costes indirectos moi producción (388.502)	Costes indirectos moi producción (398.502)
Gráfico de superposición										
Gráfico de previsión										
h mod EE100007 (10.800)	1.719.656	1.721.687	1.723.718	1.725.749	1.727.779	1.729.810	1.731.841	1.733.872	1.735.903	1.737.934
h mod EE100007 (11.800)	1.759.850	1.762.028	1.764.206	1.766.384	1.768.562	1.770.740	1.772.918	1.775.096	1.777.273	1.779.451
h mod EE100007 (12.800)	1.799.140	1.801.459	1.803.779	1.806.099	1.808.418	1.810.738	1.813.058	1.815.377	1.817.697	1.820.017
h mod EE100007 (13.800)	1.837.573	1.840.029	1.842.486	1.844.942	1.847.399	1.849.855	1.852.311	1.854.768	1.857.224	1.859.681
h mod EE100007 (14.800)	1.875.195	1.877.783	1.880.372	1.882.960	1.885.548	1.888.137	1.890.725	1.893.313	1.895.902	1.898.490
h mod EE100007 (15.800)	1.912.047	1.914.763	1.917.478	1.920.194	1.922.910	1.925.626	1.928.341	1.931.057	1.933.773	1.936.488
h mod EE100007 (16.800)	1.948.168	1.951.007	1.953.846	1.956.684	1.959.523	1.962.362	1.965.201	1.968.039	1.970.878	1.973.717
h mod EE100007 (17.800)	1.983.594	1.986.552	1.989.510	1.992.468	1.995.425	1.998.383	2.001.341	2.004.299	2.007.256	2.010.214
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Gráfico de tendencia	Costes indirectos moi producción (408.502)	Costes indirectos moi producción (418.502)	Costes indirectos moi producción (428.502)	Costes indirectos moi producción (438.502)	Costes indirectos moi producción (448.502)	Costes indirectos moi producción (458.502)	Costes indirectos moi producción (468.502)	Costes indirectos moi producción (478.502)	Costes indirectos moi producción (498.502)	Costes indirectos moi producción (508.502)	Costes indirectos moi producción (514.170)
Gráfico de superposición											
Gráfico de previsión											
h mod EE100007 (10.800)	1.739.964	1.741.995	1.744.026	1.746.057	1.748.088	1.750.119	1.752.149	1.754.180	1.758.242	1.760.273	1.761.424
h mod EE100007 (11.800)	1.781.629	1.783.807	1.785.985	1.788.163	1.790.341	1.792.519	1.794.697	1.796.875	1.801.231	1.803.409	1.804.643
h mod EE100007 (12.800)	1.822.337	1.824.656	1.826.976	1.829.296	1.831.615	1.833.935	1.836.255	1.838.574	1.843.214	1.845.533	1.846.848
h mod EE100007 (13.800)	1.862.137	1.864.593	1.867.050	1.869.506	1.871.963	1.874.419	1.876.875	1.879.332	1.884.245	1.886.701	1.888.093
h mod EE100007 (14.800)	1.901.078	1.903.666	1.906.255	1.908.843	1.911.431	1.914.020	1.916.608	1.919.196	1.924.373	1.926.961	1.928.428
h mod EE100007 (15.800)	1.939.204	1.941.920	1.944.635	1.947.351	1.950.067	1.952.783	1.955.498	1.958.214	1.963.645	1.966.361	1.967.900
h mod EE100007 (16.800)	1.976.556	1.979.395	1.982.233	1.985.072	1.987.911	1.990.750	1.993.589	1.996.427	2.002.105	2.004.944	2.006.553
h mod EE100007 (17.800)	2.013.172	2.016.130	2.019.088	2.022.045	2.025.003	2.027.961	2.030.919	2.033.877	2.039.792	2.042.750	2.044.426
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

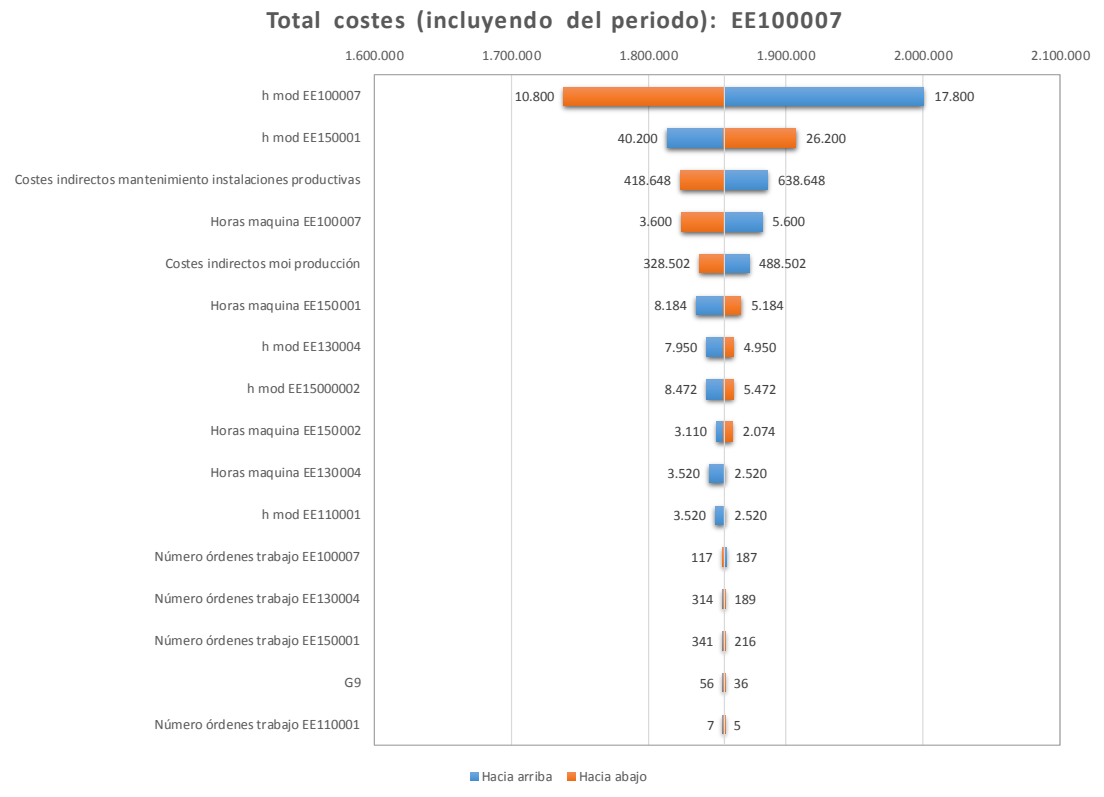
Tabla 25.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE100007 Caso 2

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO

DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

[illegible][illegible]

Tabla 26.- Salida datos horas máquina vs mantenimiento instalaciones EE100007 Caso 2



Las etiquetas de barras muestran el rango de prueba de cada variable de entrada

Guardar estilo de gráfico

Restablecer estilo de gráfico

Variable de entrada	Total costes (incluyendo del periodo): EE100007				Entrada		
	Explicación de variación ¹				Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
h mod EE100007	1.738.638	2.000.994	262.356	77,73%	10.800	17.800	13.800
h mod EE150001	1.907.514	1.813.793	93.721	87,65%	26.200	40.200	33.200
Costes indirectos mantenimiento instalaciones productivas	1.823.556	1.887.220	63.664	92,22%	418.648	638.648	528.648
Horas maquina EE100007	1.824.137	1.883.118	58.981	96,15%	3.600	5.600	4.600
Costes indirectos moi producción	1.837.565	1.873.211	35.646	97,59%	328.502	488.502	408.502
Horas maquina EE150001	1.867.613	1.834.987	32.626	98,79%	5.184	8.184	6.184
h mod EE130004	1.862.106	1.842.580	19.526	99,22%	4.950	7.950	5.950
h mod EE15000002	1.862.106	1.842.580	19.526	99,65%	5.472	8.472	6.472
Horas maquina EE150002	1.861.530	1.849.630	11.900	99,81%	2.074	3.110	2.592
Horas maquina EE130004	1.855.388	1.844.593	10.796	99,94%	2.520	3.520	2.520
h mod EE110001	1.855.388	1.848.883	6.505	99,99%	2.520	3.520	2.520
Número órdenes trabajo EE100007	1.854.293	1.856.711	2.418	100,00%	117	187	147
Número órdenes trabajo EE130004	1.855.885	1.854.763	1.122	100,00%	189	314	239
Número órdenes trabajo EE150001	1.855.885	1.854.763	1.122	100,00%	216	341	266
G9	1.855.482	1.855.297	185	100,00%	36	56	46
Número órdenes trabajo EE110001	1.855.397	1.855.379	18	100,00%	5	7	6

¹a explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado

Rango de prueba

Puntos de prueba

Personalizar rangos de prueba por variable

Mostrar variables superiores

Caso base de las variables de Crystal Ball

Percentiles de las variables

10% a 90%

5

Desactivado

20

Valores de mediana

Ilustración 30.- Gráfico tornado EE100007 Caso 2

Gráfico de tendencia										
Gráfico de superposición										
Gráfico de previsión										
Costes indirectos moi producción (398.502)										
Costes indirectos moi producción (388.502)										
Costes indirectos moi producción (378.502)										
Costes indirectos moi producción (368.502)										
Costes indirectos moi producción (358.502)										
Costes indirectos moi producción (348.502)										
Costes indirectos moi producción (338.502)										
Costes indirectos moi producción (328.502)										
Costes indirectos moi producción (318.502)										
Costes indirectos moi producción (308.502)										
h mod EE110001 (2.520)	513.499	513.842	514.184	514.526	514.869	515.211	515.554	515.896	516.239	516.581
h mod EE110001 (4.200)	575.829	576.387	576.945	577.503	578.061	578.619	579.177	579.735	580.293	580.851
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

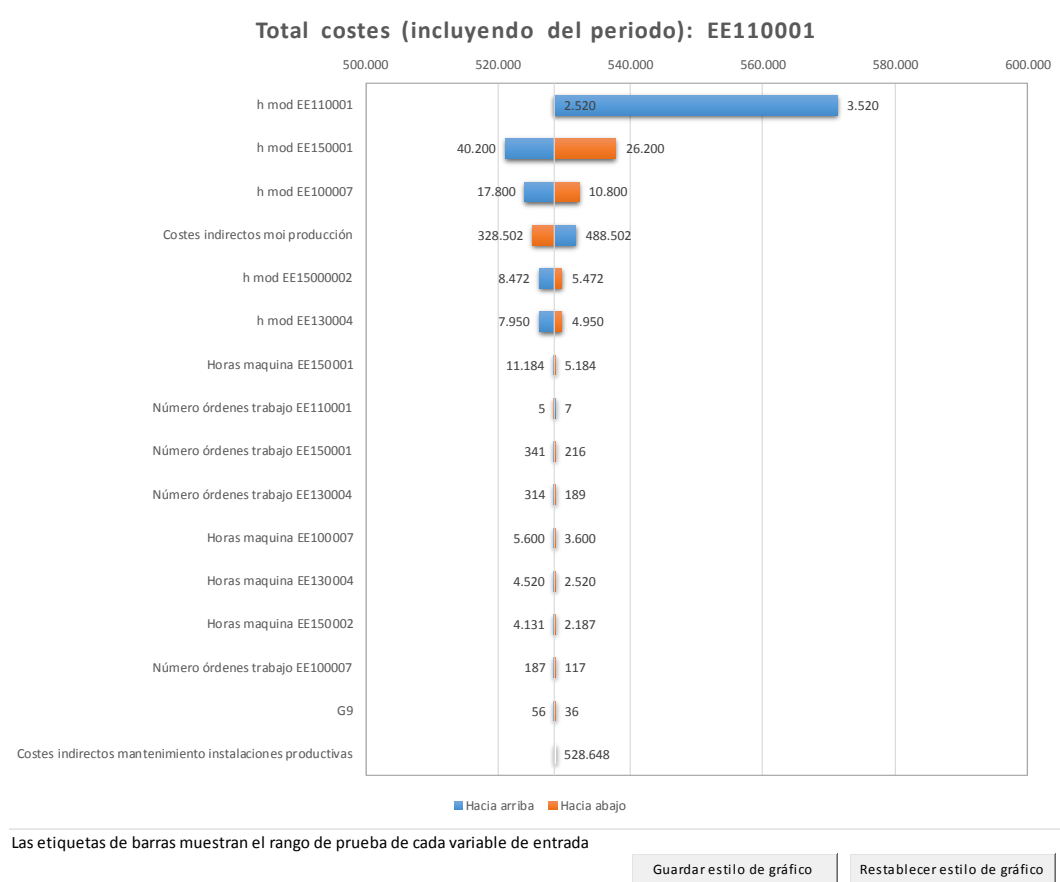
Gráfico de tendencia											
Gráfico de superposición											
Gráfico de previsión											
Costes indirectos moi producción (514.170)											
Costes indirectos moi producción (508.502)											
Costes indirectos moi producción (498.502)											
Costes indirectos moi producción (478.502)											
Costes indirectos moi producción (468.502)											
Costes indirectos moi producción (458.502)											
Costes indirectos moi producción (448.502)											
Costes indirectos moi producción (438.502)											
Costes indirectos moi producción (428.502)											
Costes indirectos moi producción (418.502)											
Costes indirectos moi producción (408.502)											
h mod EE110001 (2.520)	516.923	517.266	517.608	517.951	518.293	518.636	518.978	519.321	520.005	520.348	520.542
h mod EE110001 (4.200)	581.409	581.967	582.525	583.083	583.641	584.199	584.757	585.315	586.431	586.989	587.305
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

Tabla 27.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE110001 Caso 2

Gráfico de tendencia	Costes indirectos mantenimiento in	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305
Gráfico de superposición	Costes indirectos mantenimiento in	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305
Gráfico de previsión	Costes indirectos mantenimiento in	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Gráfico de tendencia	Costes indirectos mantenimiento in	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305
Gráfico de superposición	Costes indirectos mantenimiento in	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305
Gráfico de previsión	Costes indirectos mantenimiento in	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305	587.305
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26

Tabla 28.- Salida datos horas máquina vs mantenimiento instalaciones EE110001 Caso 2



Variable de entrada	Total costes (incluyendo del periodo): EE110001				Entrada		
	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango	Explicación de variación ¹	Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
h mod EE110001	528.522	571.245	42.723	81,49%	2.520	3.520	2.520
h mod EE150001	537.846	521.082	16.765	94,04%	26.200	40.200	33.200
h mod EE100007	532.248	524.078	8.170	97,02%	10.800	17.800	13.800
Costes indirectos moi producción	525.267	531.776	6.509	98,91%	328.502	488.502	408.502
h mod EE1500002	529.723	526.231	3.493	99,45%	5.472	8.472	6.472
h mod EE130004	529.723	526.231	3.493	100,00%	4.950	7.950	5.950
Horas maquina EE150001	528.587	528.458	130	100,00%	5.184	11.184	8.184
Número órdenes trabajo EE110001	528.478	528.565	88	100,00%	5	7	6
Número órdenes trabajo EE150001	528.542	528.496	46	100,00%	216	341	266
Número órdenes trabajo EE130004	528.542	528.496	46	100,00%	189	314	239
Horas maquina EE100007	528.543	528.500	43	100,00%	3.600	5.600	4.600
Horas maquina EE130004	528.543	528.500	43	100,00%	2.520	4.520	3.520
Horas maquina EE150002	528.543	528.501	42	100,00%	2.187	4.131	3.159
Número órdenes trabajo EE100007	528.533	528.507	26	100,00%	117	187	147
G9	528.526	528.518	8	100,00%	36	56	46
Costes indirectos mantenimiento instalaciones productivas	528.522	528.522	0	100,00%	418.648	418.648	528.648

¹a explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado

Rango de prueba

Puntos de prueba

Personalizar rangos de prueba por variable

Mostrar variables superiores

Caso base de las variables de Crystal Ball

Percentiles de las variables

10% a 90%

5

Desactivado

20

Valores de mediana

Ilustración 31.- Gráfico tornado EE110001 Caso 2

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO

DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

[illegible]

Tabla 29.- Salida datos horas m.o.i. vs mantenimiento instalaciones EE110005 Caso 2



Variable de entrada	Total costes (incluyendo del periodo): EE110005				Entrada		
	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango	Explicación de variación ¹	Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
Número órdenes trabajo EE110001	120.000	120.000	0	---	5	5	6
Número órdenes trabajo EE130004	120.000	120.000	0	---	189	189	239
Horas maquina EE150002	120.000	120.000	0	---	2.074	2.074	2.592
Número órdenes trabajo EE100007	120.000	120.000	0	---	117	117	147
Costes indirectos moi producción	120.000	120.000	0	---	328.502	328.502	408.502
Costes indirectos mantenimiento instalaciones productivas	120.000	120.000	0	---	418.648	418.648	528.648
Número órdenes trabajo EE150001	120.000	120.000	0	---	216	216	266
G9	120.000	120.000	0	---	36	36	46
h mod EE130004	120.000	120.000	0	---	4.950	4.950	5.950
h mod EE150001	120.000	120.000	0	---	26.200	26.200	33.200
h mod EE100007	120.000	120.000	0	---	10.800	10.800	13.800
h mod EE110001	120.000	120.000	0	---	2.520	2.520	2.520
Horas maquina EE130004	120.000	120.000	0	---	2.520	2.520	2.520
Horas maquina EE150001	120.000	120.000	0	---	5.184	5.184	6.184
h mod EE1500002	120.000	120.000	0	---	5.472	5.472	6.472
Horas maquina EE100007	120.000	120.000	0	---	3.600	3.600	4.600

¹La explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado	Percentiles de las variables
Rango de prueba	10% a 90%
Puntos de prueba	5
Personalizar rangos de prueba por variable	Desactivado
Mostrar variables superiores	20
Caso base de las variables de Crystal Ball	Valores de mediana

Ilustración 32.- Gráfico tornado EE110005 Caso 2

Gráfico de tendencia	Costes indirectos moi producción (308.502)	Costes indirectos moi producción (318.502)	Costes indirectos moi producción (328.502)	Costes indirectos moi producción (338.502)	Costes indirectos moi producción (348.502)	Costes indirectos moi producción (358.502)	Costes indirectos moi producción (368.502)	Costes indirectos moi producción (378.502)	Costes indirectos moi producción (388.502)
Gráfico de superposición									
Gráfico de previsión									
h mod EE130004 (4.950)	1.642.103	1.643.000	1.643.896	1.644.792	1.645.688	1.646.585	1.647.481	1.648.377	1.649.273
h mod EE130004 (5.950)	1.684.867	1.685.925	1.686.983	1.688.041	1.689.100	1.690.158	1.691.216	1.692.274	1.693.332
h mod EE130004 (6.950)	1.726.669	1.727.884	1.729.098	1.730.313	1.731.527	1.732.741	1.733.956	1.735.170	1.736.385
h mod EE130004 (7.950)	1.767.560	1.768.925	1.770.290	1.771.656	1.773.021	1.774.386	1.775.751	1.777.117	1.778.482
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

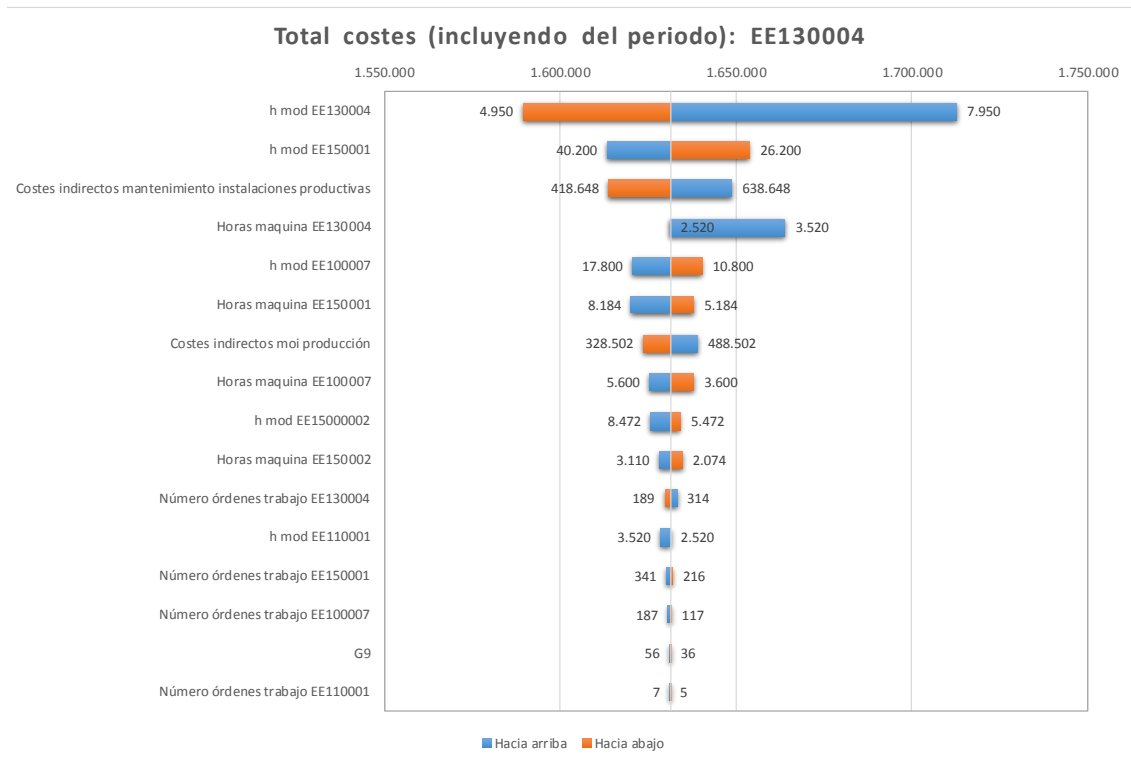
Gráfico de tendencia	Costes indirectos moi producción (398.502)	Costes indirectos moi producción (408.502)	Costes indirectos moi producción (418.502)	Costes indirectos moi producción (428.502)	Costes indirectos moi producción (438.502)	Costes indirectos moi producción (448.502)	Costes indirectos moi producción (458.502)	Costes indirectos moi producción (468.502)	Costes indirectos moi producción (478.502)	Costes indirectos moi producción (498.502)	Costes indirectos moi producción (508.502)	Costes indirectos moi producción (514.170)	
Gráfico de superposición													
Gráfico de previsión													
h mod EE130004 (4.950)	1.650.170	1.651.066	1.651.962	1.652.858	1.653.755	1.654.651	1.655.547	1.656.443	1.657.340	1.659.132	1.660.028	1.660.536	1
h mod EE130004 (5.950)	1.694.390	1.695.449	1.696.507	1.697.565	1.698.623	1.699.681	1.700.739	1.701.797	1.702.856	1.704.972	1.706.030	1.706.630	2
h mod EE130004 (6.950)	1.737.599	1.738.813	1.740.028	1.741.242	1.742.457	1.743.671	1.744.885	1.746.100	1.747.314	1.749.743	1.750.957	1.751.646	3
h mod EE130004 (7.950)	1.779.847	1.781.212	1.782.578	1.783.943	1.785.308	1.786.674	1.788.039	1.789.404	1.790.769	1.793.500	1.794.865	1.795.639	4
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	

Tabla 30.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE130004 Caso 2

Gráfico de tendencia													
Gráfico de superposición													
Gráfico de previsión													
Costes indirectos mantenimiento instalaciones prod													
Costes indirectos mantenimiento instalaciones prod													
Costes indirectos mantenimiento instalaciones prod													
Costes indirectos mantenimiento instalaciones prod													
Costes indirectos mantenimiento instalaciones prod													
Costes indirectos mantenimiento instalaciones prod													
Costes indirectos mantenimiento instalaciones prod													
Costes indirectos mantenimiento instalaciones prod													
Costes indirectos mantenimiento instalaciones prod													
Costes indirectos mantenimiento instalaciones prod													
Horas maquina EE130004 (2.520)	1.736.875	1.738.620	1.740.365	1.742.110	1.743.855	1.745.600	1.747.346	1.749.091	1.750.836	1.752.581	1.754.326	1.756.071	1.757.816
Horas maquina EE130004 (5.280)	1.764.910	1.767.190	1.769.470	1.771.750	1.774.030	1.776.309	1.778.589	1.780.869	1.783.149	1.785.428	1.787.708	1.789.988	1.792.268
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

<div>Gráfico de tendencia</div> <div>Gráfico de superposición</div> <div>Gráfico de previsión</div>	Costes indirectos mantenimiento instalaciones prod																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						</
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Tabla 31.- Salida datos horas máquina vs mantenimiento instalaciones EE130004 Caso 2



Las etiquetas de barras muestran el rango de prueba de cada variable de entrada

Guardar estilo de gráfico

Restablecer estilo de gráfico

Variable de entrada	Total costes (incluyendo del periodo): EE130004				Entrada		
	Explicación de variación ¹				Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
h mod EE130004	1.589.445	1.712.778	123.333	74,62%	4.950	7.950	5.950
h mod EE150001	1.653.978	1.613.367	40.611	82,71%	26.200	40.200	33.200
Costes indirectos mantenimiento instalaciones productivas	1.613.953	1.648.830	34.877	88,68%	418.648	638.648	528.648
Horas maquina EE130004	1.631.392	1.664.017	32.625	93,90%	2.520	3.520	2.520
h mod EE100007	1.640.419	1.620.626	19.793	95,82%	10.800	17.800	13.800
Horas maquina EE150001	1.638.074	1.620.244	17.831	97,38%	5.184	8.184	6.184
Costes indirectos moi producción	1.623.707	1.639.076	15.369	98,54%	328.502	488.502	408.502
Horas maquina EE100007	1.638.074	1.625.492	12.583	99,32%	3.600	5.600	4.600
h mod EE15000002	1.634.303	1.625.841	8.461	99,67%	5.472	8.472	6.472
Horas maquina EE150002	1.634.749	1.628.244	6.504	99,88%	2.074	3.110	2.592
Número órdenes trabajo EE130004	1.629.821	1.633.370	3.549	99,94%	189	314	239
h mod EE110001	1.631.392	1.628.573	2.819	99,98%	2.520	3.520	2.520
Número órdenes trabajo EE150001	1.632.199	1.630.375	1.824	99,99%	216	341	266
Número órdenes trabajo EE100007	1.631.862	1.630.824	1.038	100,00%	117	187	147
G9	1.631.544	1.631.244	300	100,00%	36	56	46
Número órdenes trabajo EE110001	1.631.407	1.631.377	30	100,00%	5	7	6

¹a explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado

Rango de prueba

Puntos de prueba

Personalizar rangos de prueba por variable

Mostrar variables superiores

Caso base de las variables de Crystal Ball

Percentiles de las variables

10% a 90%

5

Desactivado

20

Valores de mediana

Ilustración 33.- Gráfico tornado EE130004 Caso 2



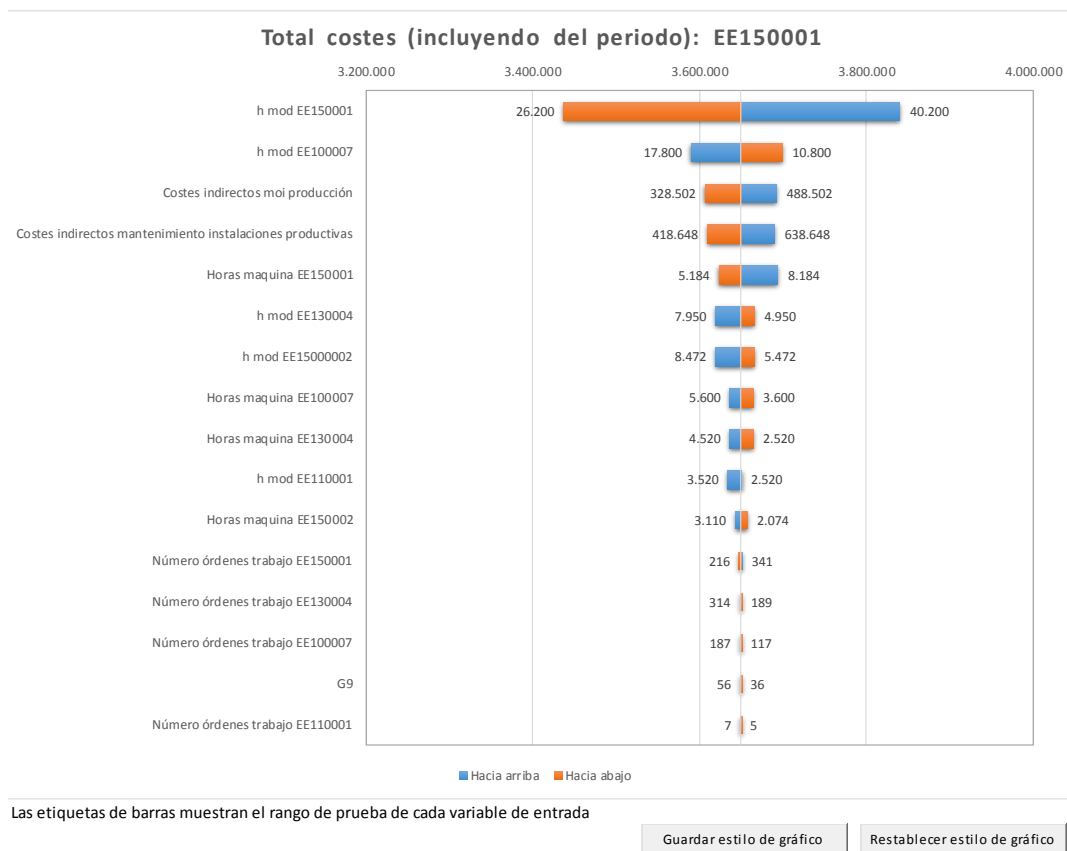
Gráfico de tendencia	Costes indirectos moi producción (308.502)	Costes indirectos moi producción (318.502)	Costes indirectos moi producción (328.502)	Costes indirectos moi producción (338.502)	Costes indirectos moi producción (348.502)	Costes indirectos moi producción (358.502)	Costes indirectos moi producción (368.502)	Costes indirectos moi producción (378.502)	Costes indirectos moi producción (388.502)	Costes indirectos moi producción (398.502)	Costes indirectos moi producción (408.502)	Costes indirectos moi producción (418.502)	Costes indirectos moi producción (428.502)	Costes indirectos moi producción (438.502)	Costes indirectos moi producción (448.502)	Costes indirectos moi producción (458.502)	Costes indirectos moi producción (468.502)	Costes indirectos moi producción (478.502)	Costes indirectos moi producción (498.502)	Costes indirectos moi producción (508.502)	Costes indirectos moi producción (514.170)	
Gráfico de superposición																						
Gráfico de previsión																						
h mod EE150001 (25.200)	3.391.486	3.396.032	3.400.578	3.405.125	3.409.671	3.414.217	3.418.763	3.423.310	3.427.856	3.432.402	3.436.949	3.441.495	3.446.041	3.450.587	3.455.134	3.459.680	3.464.226	3.468.772	3.477.865	3.482.411	3.484.988	1
h mod EE150001 (26.200)	3.423.039	3.427.682	3.432.325	3.436.968	3.441.611	3.446.254	3.450.897	3.455.540	3.460.182	3.464.825	3.469.468	3.474.111	3.478.754	3.483.397	3.488.040	3.492.683	3.497.326	3.501.969	3.511.255	3.515.898	3.518.529	2
h mod EE150001 (27.200)	3.454.023	3.458.759	3.463.495	3.468.231	3.472.968	3.477.704	3.482.440	3.487.176	3.491.912	3.496.649	3.501.385	3.506.121	3.510.857	3.515.593	3.520.330	3.525.066	3.529.802	3.534.538	3.544.011	3.548.747	3.551.431	3
h mod EE150001 (28.200)	3.484.466	3.489.292	3.494.119	3.498.945	3.503.771	3.508.598	3.513.424	3.518.250	3.523.076	3.527.903	3.532.729	3.537.555	3.542.382	3.547.208	3.552.034	3.556.860	3.561.687	3.566.513	3.576.166	3.580.992	3.583.727	4
h mod EE150001 (29.200)	3.514.396	3.519.309	3.524.223	3.529.136	3.534.049	3.538.963	3.543.876	3.548.789	3.553.703	3.558.616	3.563.529	3.568.443	3.573.356	3.578.270	3.583.183	3.588.096	3.593.010	3.597.923	3.607.750	3.612.663	3.615.448	5
h mod EE150001 (30.200)	3.543.838	3.548.836	3.553.833	3.558.831	3.563.828	3.568.826	3.573.823	3.578.821	3.583.818	3.588.816	3.593.813	3.598.811	3.603.808	3.608.806	3.613.803	3.618.801	3.623.798	3.628.796	3.638.791	3.643.788	3.646.621	6
h mod EE150001 (31.200)	3.572.816	3.577.895	3.582.974	3.588.053	3.593.132	3.598.211	3.603.290	3.608.369	3.613.448	3.618.527	3.623.605	3.628.684	3.633.763	3.638.842	3.643.921	3.649.000	3.654.079	3.659.158	3.669.316	3.674.395	3.677.274	7
h mod EE150001 (32.200)	3.601.352	3.606.510	3.611.667	3.616.825	3.621.983	3.627.141	3.632.298	3.637.456	3.642.614	3.647.772	3.652.930	3.658.087	3.663.245	3.668.403	3.673.561	3.678.718	3.683.876	3.689.034	3.699.350	3.704.507	3.707.431	8
h mod EE150001 (33.200)	3.629.467	3.634.701	3.639.935	3.645.169	3.650.403	3.655.637	3.660.871	3.666.105	3.671.339	3.676.574	3.681.808	3.687.042	3.692.276	3.697.510	3.702.744	3.707.978	3.713.212	3.718.447	3.728.915	3.734.149	3.737.116	9
h mod EE150001 (34.200)	3.657.180	3.662.488	3.667.796	3.673.104	3.678.412	3.683.720	3.689.028	3.694.336	3.699.644	3.704.952	3.710.260	3.715.569	3.720.877	3.726.185	3.731.493	3.736.801	3.742.109	3.747.417	3.758.033	3.763.341	3.766.350	10
h mod EE150001 (36.200)	3.711.473	3.716.923	3.722.372	3.727.821	3.733.271	3.738.720	3.744.169	3.749.619	3.755.068	3.760.517	3.765.967	3.771.416	3.776.865	3.782.315	3.787.764	3.793.213	3.798.663	3.804.112	3.815.011	3.820.460	3.823.549	11
h mod EE150001 (37.200)	3.738.087	3.743.604	3.749.121	3.754.638	3.760.154	3.765.671	3.771.188	3.776.705	3.782.222	3.787.739	3.793.255	3.798.772	3.804.289	3.809.806	3.815.323	3.820.840	3.826.356	3.831.873	3.842.907	3.848.424	3.851.551	12
h mod EE150001 (38.200)	3.764.366	3.769.949	3.775.531	3.781.114	3.786.696	3.792.278	3.797.861	3.803.443	3.809.025	3.814.608	3.820.190	3.825.772	3.831.355	3.836.937	3.842.519	3.848.102	3.853.684	3.859.266	3.870.431	3.876.013	3.879.177	13
h mod EE150001 (39.200)	3.790.326	3.795.972	3.801.618	3.807.264	3.812.910	3.818.556	3.824.202	3.829.848	3.835.493	3.841.139	3.846.785	3.852.431	3.858.077	3.863.723	3.869.369	3.875.015	3.880.661	3.886.307	3.897.599	3.903.245	3.906.445	14
h mod EE150001 (40.200)	3.815.978	3.821.686	3.827.394	3.833.102	3.838.810	3.844.517	3.850.225	3.855.933	3.861.641	3.867.348	3.873.056	3.878.764	3.884.472	3.890.180	3.895.887	3.901.595	3.907.303	3.913.011	3.924.426	3.930.134	3.933.369	15
h mod EE150001 (41.200)	3.841.337	3.847.105	3.852.873	3.858.641	3.864.409	3.870.177	3.875.945	3.881.712	3.887.480	3.893.248	3.899.016	3.904.784	3.910.552	3.916.320	3.922.088	3.927.856	3.933.623	3.939.391	3.950.927	3.956.695	3.959.964	16
h mod EE150001 (42.000)	3.861.421	3.867.236	3.873.051	3.878.865	3.884.680	3.890.495	3.896.310	3.902.124	3.907.939	3.913.754	3.919.569	3.925.383	3.931.198	3.937.013	3.942.828	3.948.642	3.954.457	3.960.272	3.971.901	3.977.716	3.981.012	17
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	

Tabla 32.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE150001 Caso 2

Gráfico de tendencia	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones
Gráfico de superposición													
Gráfico de previsión													
Horas maquina EE150001 (5.184)	3.869.228	3.872.716	3.876.204	3.879.691	3.883.179	3.886.667	3.890.154	3.893.642	3.897.129	3.900.617	3.904.105	3.907.592	3.911.080
Horas maquina EE150001 (7.184)	3.890.614	3.894.512	3.898.410	3.902.308	3.906.207	3.910.105	3.914.003	3.917.901	3.921.799	3.925.697	3.929.595	3.933.493	3.937.392
Horas maquina EE150001 (9.184)	3.909.599	3.913.859	3.918.119	3.922.379	3.926.639	3.930.899	3.935.159	3.939.419	3.943.679	3.947.939	3.952.199	3.956.459	3.960.719
Horas maquina EE150001 (11.184)	3.919.875	3.924.329	3.928.784	3.933.239	3.937.693	3.942.148	3.946.603	3.951.057	3.955.512	3.959.966	3.964.421	3.968.876	3.973.330
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Gráfico de tendencia	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones	Costes indirectos mantenimiento instalaciones
Gráfico de superposición															
Gráfico de previsión															
Horas maquina EE150001 (5.184)	3.914.568	3.918.055	3.921.543	3.925.030	3.928.518	3.932.006	3.935.493	3.938.981	3.942.469	3.945.956	3.952.931	3.956.419	3.959.907	3.961.917	1
Horas maquina EE150001 (7.184)	3.941.290	3.945.188	3.949.086	3.952.984	3.956.882	3.960.780	3.964.679	3.968.577	3.972.475	3.976.373	3.984.169	3.988.067	3.991.965	3.994.213	2
Horas maquina EE150001 (9.184)	3.964.979	3.969.239	3.973.499	3.977.759	3.982.019	3.986.279	3.990.539	3.994.799	3.999.058	4.003.318	4.011.838	4.016.098	4.020.358	4.022.814	3
Horas maquina EE150001 (11.184)	3.977.785	3.982.240	3.986.694	3.991.149	3.995.603	4.000.058	4.004.513	4.008.967	4.013.422	4.017.877	4.026.786	4.031.240	4.035.695	4.038.263	4
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	

Tabla 33.- Salida datos horas máquina vs mantenimiento instalaciones EE150001 Caso 2



Variable de entrada	Total costes (incluyendo del periodo): EE150001				Entrada		
	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango	Explicación de variación ¹	Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
h mod EE150001	3.437.522	3.840.468	402.946	81,43%	26.200	40.200	33.200
h mod EE100007	3.699.431	3.590.512	108.920	87,38%	10.800	17.800	13.800
Costes indirectos moi producción	3.606.875	3.692.632	85.758	91,07%	328.502	488.502	408.502
Costes indirectos mantenimiento instalaciones productivas	3.609.493	3.690.014	80.521	94,32%	418.648	638.648	528.648
Horas maquina EE150001	3.623.550	3.694.256	70.705	96,82%	5.184	8.184	6.184
h mod EE130004	3.665.772	3.619.211	46.561	97,91%	4.950	7.950	5.950
h mod EE15000002	3.665.772	3.619.211	46.561	99,00%	5.472	8.472	6.472
Horas maquina EE100007	3.664.396	3.636.712	27.684	99,38%	3.600	5.600	4.600
Horas maquina EE130004	3.664.396	3.636.712	27.684	99,77%	2.520	4.520	3.520
h mod EE110001	3.649.754	3.634.241	15.513	99,89%	2.520	3.520	2.520
Horas maquina EE150002	3.657.126	3.642.810	14.315	99,99%	2.074	3.110	2.592
Número órdenes trabajo EE150001	3.648.274	3.651.617	3.343	100,00%	216	341	266
Número órdenes trabajo EE130004	3.650.652	3.648.622	2.030	100,00%	189	314	239
Número órdenes trabajo EE100007	3.650.277	3.649.122	1.155	100,00%	117	187	147
G9	3.649.923	3.649.589	334	100,00%	36	56	46
Número órdenes trabajo EE110001	3.649.770	3.649.737	33	100,00%	5	7	6

¹a explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado

Rango de prueba

Puntos de prueba

Personalizar rangos de prueba por variable

Mostrar variables superiores

Caso base de las variables de Crystal Ball

Percentiles de las variables

10% a 90%

5

Desactivado

20

Valores de mediana

Ilustración 34.- Gráfico tornado EE150001 Caso 2

Gráfico de tendencia	Costes indirectos moi producción (308.502)	Costes indirectos moi producción (318.502)	Costes indirectos moi producción (328.502)	Costes indirectos moi producción (338.502)	Costes indirectos moi producción (348.502)	Costes indirectos moi producción (358.502)	Costes indirectos moi producción (368.502)	Costes indirectos moi producción (378.502)	Costes indirectos moi producción (388.502)	Costes indirectos moi producción (398.502)
Gráfico de superposición										
Gráfico de previsión										
h mod EE15000002 (5.472)	811.641	812.405	813.169	813.933	814.697	815.461	816.225	816.989	817.753	818.517
h mod EE15000002 (6.472)	848.512	849.403	850.294	851.185	852.077	852.968	853.859	854.750	855.641	856.533
h mod EE15000002 (7.472)	884.795	885.809	886.824	887.839	888.854	889.869	890.884	891.899	892.914	893.929
h mod EE15000002 (9.120)	943.367	944.579	945.790	947.002	948.214	949.425	950.637	951.849	953.060	954.272
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

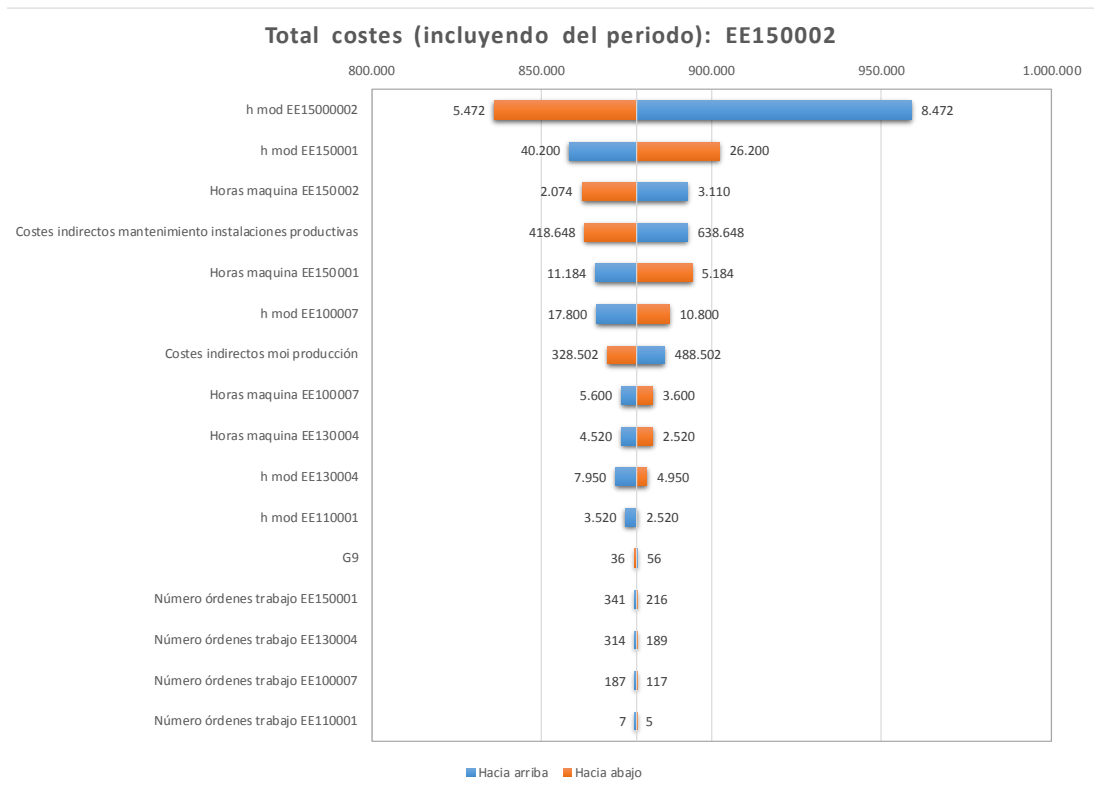
Gráfico de tendencia	Costes indirectos moi producción (408.502)	Costes indirectos moi producción (418.502)	Costes indirectos moi producción (428.502)	Costes indirectos moi producción (438.502)	Costes indirectos moi producción (448.502)	Costes indirectos moi producción (458.502)	Costes indirectos moi producción (468.502)	Costes indirectos moi producción (478.502)	Costes indirectos moi producción (498.502)	Costes indirectos moi producción (508.502)	Costes indirectos moi producción (514.170)	
Gráfico de superposición												
Gráfico de previsión												
h mod EE15000002 (5.472)	819.281	820.045	820.809	821.573	822.337	823.101	823.865	824.629	826.157	826.921	827.354	1
h mod EE15000002 (6.472)	857.424	858.315	859.206	860.097	860.989	861.880	862.771	863.662	865.444	866.336	866.841	2
h mod EE15000002 (7.472)	894.944	895.959	896.974	897.988	899.003	900.018	901.033	902.048	904.078	905.093	905.668	3
h mod EE15000002 (9.120)	955.483	956.695	957.907	959.118	960.330	961.542	962.753	963.965	966.388	967.600	968.287	4
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	

Tabla 34.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE150002 Caso 2

Gráfico de tendencia	Costes indirectos mantenimiento instalado												
Gráfico de superposición	Costes indirectos mantenimiento instalado												
Gráfico de previsión	Costes indirectos mantenimiento instalado												
Horas maquina EE150002 (1.944)	929.706	930.834	931.961	933.089	934.217	935.344	936.472	937.599	938.727	939.855	940.982	942.110	943.238
Horas maquina EE150002 (2.214)	932.570	933.753	934.936	936.119	937.302	938.485	939.667	940.850	942.033	943.216	944.399	945.582	946.765
Horas maquina EE150002 (2.484)	935.401	936.638	937.876	939.113	940.350	941.588	942.825	944.063	945.300	946.537	947.775	949.012	950.250
Horas maquina EE150002 (2.754)	938.198	939.490	940.781	942.072	943.363	944.655	945.946	947.237	948.529	949.820	951.111	952.402	953.694
Horas maquina EE150002 (3.024)	940.963	942.308	943.652	944.997	946.341	947.686	949.030	950.375	951.719	953.064	954.408	955.753	957.097
Horas maquina EE150002 (3.294)	943.696	945.093	946.491	947.888	949.285	950.682	952.079	953.476	954.873	956.270	957.667	959.064	960.461
Horas maquina EE150002 (3.564)	946.398	947.847	949.296	950.745	952.194	953.643	955.092	956.541	957.990	959.439	960.888	962.337	963.786
Horas maquina EE150002 (3.834)	949.069	950.570	952.070	953.570	955.071	956.571	958.071	959.572	961.072	962.572	964.073	965.573	967.073
Horas maquina EE150002 (4.104)	951.710	953.261	954.812	956.363	957.914	959.465	961.016	962.567	964.118	965.670	967.221	968.772	970.323
Horas maquina EE150002 (4.374)	954.321	955.923	957.524	959.125	960.726	962.327	963.928	965.529	967.131	968.732	970.333	971.934	973.535
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Gráfico de tendencia	Costes indirectos mantenimiento instalado												
Gráfico de superposición	Costes indirectos mantenimiento instalado												
Gráfico de previsión	Costes indirectos mantenimiento instalado												
Horas maquina EE150002 (1.944)	944.365	945.493	946.620	947.748	948.876	950.003	951.131	952.258	953.386	954.514	955.642	956.770	957.898
Horas maquina EE150002 (2.214)	947.947	949.130	950.313	951.496	952.679	953.862	955.044	956.227	957.410	958.593	960.776	961.959	963.142
Horas maquina EE150002 (2.484)	951.487	952.724	953.962	955.199	956.437	957.674	958.911	960.149	961.386	962.624	963.861	965.098	966.336
Horas maquina EE150002 (2.754)	954.985	956.276	957.568	958.859	960.150	961.441	962.733	964.024	965.315	966.606	967.897	969.188	970.479
Horas maquina EE150002 (3.024)	958.442	959.786	961.131	962.475	963.820	965.164	966.509	967.853	969.198	970.542	971.886	973.230	974.574
Horas maquina EE150002 (3.294)	961.858	963.255	964.653	966.050	967.447	968.844	970.241	971.638	973.035	974.432	975.829	977.226	978.623
Horas maquina EE150002 (3.564)	965.235	966.684	968.133	969.582	971.031	972.481	973.930	975.379	976.828	978.277	979.726	981.175	982.624
Horas maquina EE150002 (3.834)	968.574	970.074	971.574	973.075	974.575	976.075	977.576	979.076	980.576	982.077	983.577	985.077	986.578
Horas maquina EE150002 (4.104)	971.874	973.425	974.976	976.527	978.078	979.629	981.180	982.731	984.282	985.833	987.384	988.935	990.486
Horas maquina EE150002 (4.374)	975.136	976.737	978.339	979.940	981.541	983.142	984.743	986.344	987.945	989.547	991.148	992.749	994.350
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26

Tabla 35.- Salida datos horas máquina vs mantenimiento instalaciones EE150002 Caso 2



Las etiquetas de barras muestran el rango de prueba de cada variable de entrada

Guardar estilo de gráfico

Restablecer estilo de gráfico

Variable de entrada	Total costes (incluyendo del periodo): EE150002				Entrada		
	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango	Explicación de variación ¹	Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
h mod EE15000002	836.217	958.764	122.546	72,77%	5.472	8.472	6.472
h mod EE150001	902.371	858.354	44.017	82,16%	26.200	40.200	33.200
Horas maquina EE150002	861.906	893.067	31.161	86,87%	2.074	3.110	2.592
Costes indirectos mantenimiento instalaciones productivas	862.803	892.981	30.178	91,28%	418.648	638.648	528.648
Horas maquina EE150001	894.202	865.993	28.209	95,14%	5.184	11.184	8.184
h mod EE100007	887.676	866.223	21.454	97,37%	10.800	17.800	13.800
Costes indirectos moi producción	869.534	886.251	16.718	98,72%	328.502	488.502	408.502
Horas maquina EE100007	882.729	873.534	9.195	99,13%	3.600	5.600	4.600
Horas maquina EE130004	882.729	873.534	9.195	99,54%	2.520	4.520	3.520
h mod EE130004	881.047	871.876	9.171	99,95%	4.950	7.950	5.950
h mod EE110001	877.892	874.837	3.055	100,00%	2.520	3.520	2.520
G9	877.473	878.300	826	100,00%	36	56	46
Número órdenes trabajo EE150001	878.048	877.697	351	100,00%	216	341	266
Número órdenes trabajo EE130004	878.048	877.697	351	100,00%	189	314	239
Número órdenes trabajo EE100007	877.983	877.783	200	100,00%	117	187	147
Número órdenes trabajo EE110001	877.895	877.889	6	100,00%	5	7	6

¹a explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado

Rango de prueba

Puntos de prueba

Personalizar rangos de prueba por variable

Mostrar variables superiores

Caso base de las variables de Crystal Ball

Percentiles de las variables

10% a 90%

5

Desactivado

20

Valores de mediana

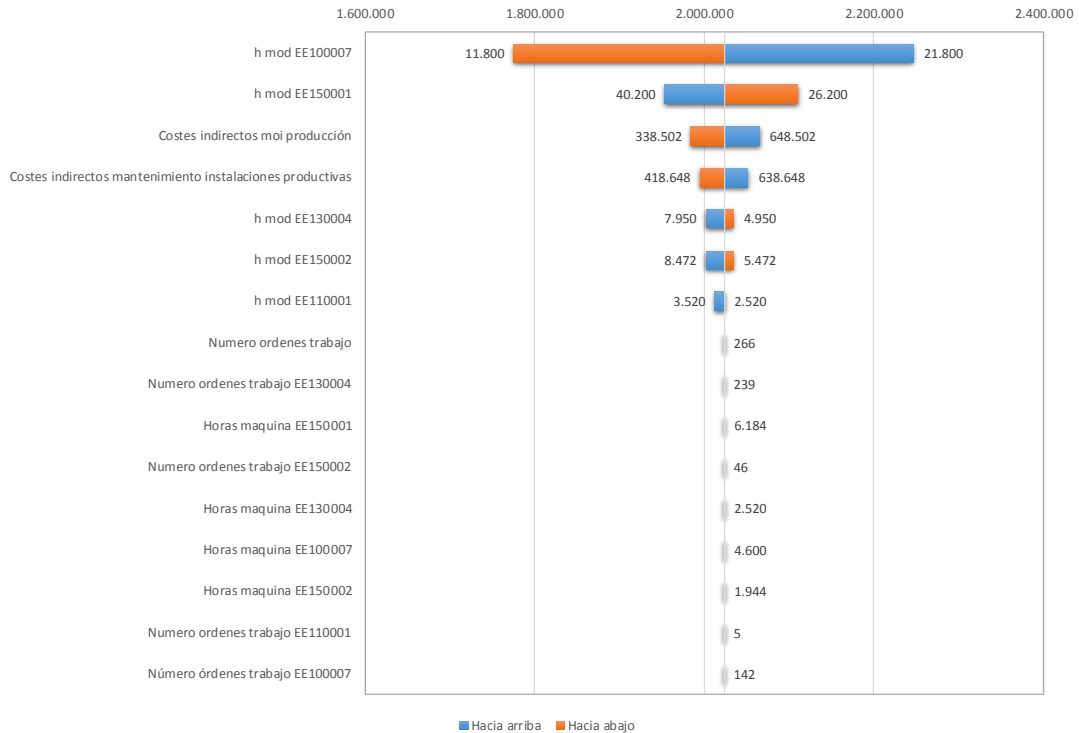
Ilustración 35.- Gráfico tornado EE150002 Caso 2

Gráfico de tendencia	Gráfico de superposición	Gráfico de previsión	Costes indirectos moi producción (308.502)	Costes indirectos moi producción (328.502)	Costes indirectos moi producción (348.502)	Costes indirectos moi producción (368.502)	Costes indirectos moi producción (388.502)	Costes indirectos moi producción (398.502)	Costes indirectos moi producción (418.502)	Costes indirectos moi producción (438.502)	Costes indirectos moi producción (458.502)	Costes indirectos moi producción (478.502)
h mod EE100007 (10.800)			1.725.037	1.727.067	1.729.098	1.729.098	1.731.129	1.733.160	1.735.191	1.735.191	1.737.222	1.739.253
h mod EE100007 (12.800)			1.777.237	1.779.415	1.781.593	1.781.593	1.783.771	1.785.948	1.788.126	1.788.126	1.790.304	1.792.482
h mod EE100007 (14.800)			1.828.093	1.830.413	1.832.732	1.832.732	1.835.052	1.837.372	1.839.691	1.839.691	1.842.011	1.844.331
h mod EE100007 (16.800)			1.828.093	1.830.413	1.832.732	1.832.732	1.835.052	1.837.372	1.839.691	1.839.691	1.842.011	1.844.331
h mod EE100007 (17.800)			1.877.677	1.880.133	1.882.590	1.882.590	1.885.046	1.887.502	1.889.959	1.889.959	1.892.415	1.894.872
h mod EE100007 (19.800)			1.926.055	1.928.644	1.931.232	1.931.232	1.933.820	1.936.409	1.938.997	1.938.997	1.941.585	1.944.174
h mod EE100007 (21.800)			1.973.290	1.976.006	1.978.722	1.978.722	1.981.438	1.984.153	1.986.869	1.986.869	1.989.585	1.992.300
h mod EE100007 (23.700)			1.973.290	1.976.006	1.978.722	1.978.722	1.981.438	1.984.153	1.986.869	1.986.869	1.989.585	1.992.300
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Gráfico de tendencia	Gráfico de superposición	Gráfico de previsión	Costes indirectos moi producción (498.502)	Costes indirectos moi producción (518.502)	Costes indirectos moi producción (538.502)	Costes indirectos moi producción (558.502)	Costes indirectos moi producción (578.502)	Costes indirectos moi producción (588.502)	Costes indirectos moi producción (608.502)	Costes indirectos moi producción (628.502)	Costes indirectos moi producción (648.502)	Costes indirectos moi producción (668.502)	Costes indirectos moi producción (687.753)
h mod EE100007 (10.800)			1.741.283	1.741.283	1.743.314	1.745.345	1.747.376	1.749.407	1.749.407	1.751.438	1.753.468	1.755.499	1.755.499
h mod EE100007 (12.800)			1.794.660	1.794.660	1.796.838	1.799.016	1.801.194	1.803.372	1.803.372	1.805.550	1.807.728	1.809.906	1.809.906
h mod EE100007 (14.800)			1.846.650	1.846.650	1.848.970	1.851.290	1.853.609	1.855.929	1.855.929	1.858.249	1.860.568	1.862.888	1.862.888
h mod EE100007 (16.800)			1.846.650	1.846.650	1.848.970	1.851.290	1.853.609	1.855.929	1.855.929	1.858.249	1.860.568	1.862.888	1.862.888
h mod EE100007 (17.800)			1.897.328	1.897.328	1.899.784	1.902.241	1.904.697	1.907.154	1.907.154	1.909.610	1.912.066	1.914.523	1.914.523
h mod EE100007 (19.800)			1.946.762	1.946.762	1.949.350	1.951.939	1.954.527	1.957.115	1.957.115	1.959.703	1.962.292	1.964.880	1.964.880
h mod EE100007 (21.800)			1.995.016	1.995.016	1.997.732	2.000.448	2.003.163	2.005.879	2.005.879	2.008.595	2.011.310	2.014.026	2.014.026
h mod EE100007 (23.700)			1.995.016	1.995.016	1.997.732	2.000.448	2.003.163	2.005.879	2.005.879	2.008.595	2.011.310	2.014.026	2.014.026
			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

Tabla 36.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE100007 Caso 3

Total costes (incluyendo del periodo): EE100007



Las etiquetas de barras muestran el rango de prueba de cada variable de entrada

Guardar estilo de gráfico

Restablecer estilo de gráfico

Variable de entrada	Total costes (incluyendo del periodo): EE100007				Entrada		
	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango	Explicación de variación ¹	Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
h mod EE100007	1.775.831	2.247.181	471.349	85,83%	11.800	21.800	16.800
h mod EE150001	2.110.966	1.953.652	157.314	95,39%	26.200	40.200	33.200
Costes indirectos moi producción	1.985.027	2.065.222	80.195	97,87%	338.502	648.502	488.502
Costes indirectos mantenimiento instalaciones productivas	1.995.375	2.052.287	56.912	99,12%	418.648	638.648	528.648
h mod EE130004	2.035.111	2.002.282	32.829	99,54%	4.950	7.950	5.950
h mod EE150002	2.035.111	2.002.282	32.829	99,95%	5.472	8.472	6.472
h mod EE110001	2.023.831	2.012.893	10.938	100,00%	2.520	3.520	2.520
Numero ordenes trabajo	2.023.831	2.023.831	0	100,00%	216	216	266
Numero ordenes trabajo EE130004	2.023.831	2.023.831	0	100,00%	189	189	239
Horas maquina EE150001	2.023.831	2.023.831	0	100,00%	5.184	5.184	6.184
Numero ordenes trabajo EE150002	2.023.831	2.023.831	0	100,00%	36	36	46
Horas maquina EE130004	2.023.831	2.023.831	0	100,00%	2.520	2.520	2.520
Horas maquina EE100007	2.023.831	2.023.831	0	100,00%	3.600	3.600	4.600
Horas maquina EE150002	2.023.831	2.023.831	0	100,00%	1.944	1.944	1.944
Numero ordenes trabajo EE110001	2.023.831	2.023.831	0	100,00%	5	5	5
Número órdenes trabajo EE100007	2.023.831	2.023.831	0	100,00%	117	117	142

¹a explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado

Rango de prueba

Puntos de prueba

Personalizar rangos de prueba por variable

Mostrar variables superiores

Caso base de las variables de Crystal Ball

Percentiles de las variables

10% a 90%

5

Desactivado

20

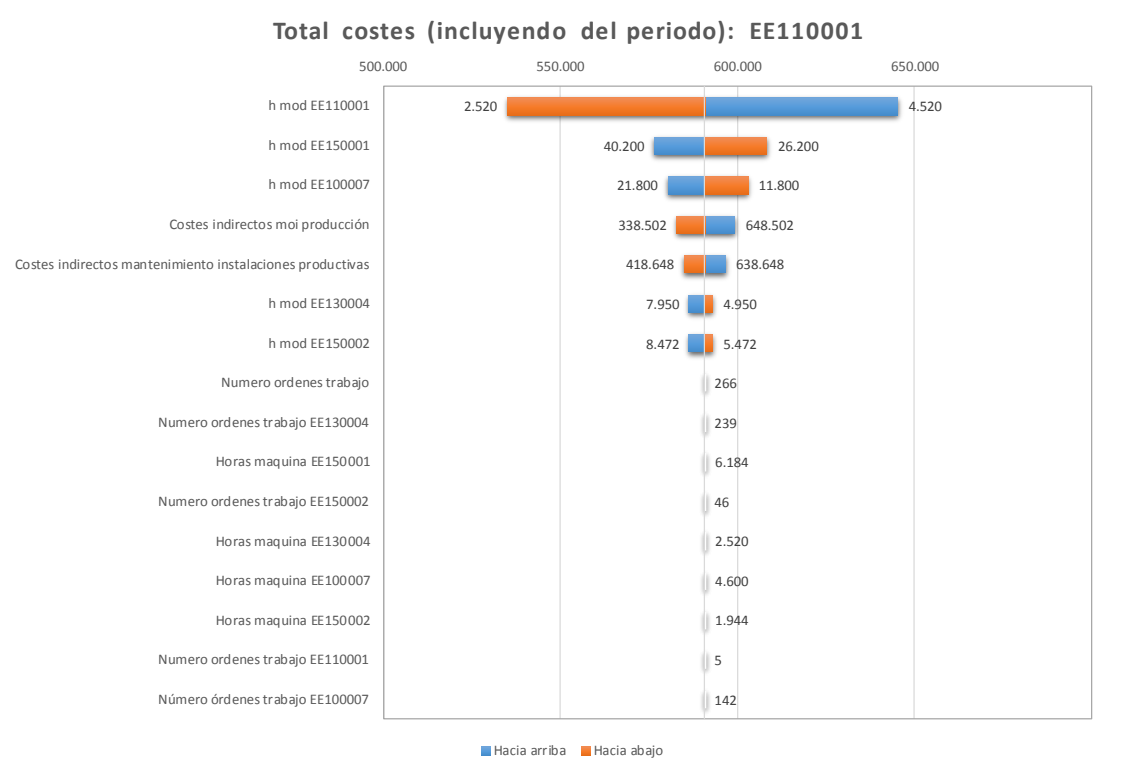
Valores de mediana

Ilustración 36.- Gráfico tornado EE100007 Caso 3

Gráfico de tendencia	Costes indirectos moi producción (308.502)									
Gráfico de superposición										
Gráfico de previsión										
	Costes indirectos moi producción (308.502)									
	Costes indirectos moi producción (328.502)									
	Costes indirectos moi producción (348.502)									
	Costes indirectos moi producción (368.502)									
	Costes indirectos moi producción (388.502)									
	Costes indirectos moi producción (398.502)									
	Costes indirectos moi producción (418.502)									
	Costes indirectos moi producción (438.502)									
	Costes indirectos moi producción (458.502)									
	Costes indirectos moi producción (478.502)									
h mod EE110001 (2.520)	536.175	536.610	537.046	537.046	537.481	537.916	538.351	538.351	538.786	539.222
h mod EE110001 (5.280)	592.241	592.838	593.436	593.436	594.033	594.631	595.229	595.229	595.826	596.424
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Gráfico de tendencia	Costes indirectos moi producción (498.502)	Costes indirectos moi producción (518.502)	Costes indirectos moi producción (538.502)	Costes indirectos moi producción (558.502)	Costes indirectos moi producción (578.502)	Costes indirectos moi producción (588.502)	Costes indirectos moi producción (608.502)	Costes indirectos moi producción (628.502)	Costes indirectos moi producción (648.502)	Costes indirectos moi producción (668.502)	Costes indirectos moi producción (687.753)	
Gráfico de superposición												
Gráfico de previsión												
h mod EE110001 (2.520)	539.657	539.657	540.092	540.527	540.963	541.398	541.398	541.833	542.268	542.704	542.704	1
h mod EE110001 (5.280)	597.022	597.022	597.619	598.217	598.814	599.412	599.412	600.010	600.607	601.205	601.205	2
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	

Tabla 37.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE110001 Caso 3



Las etiquetas de barras muestran el rango de prueba de cada variable de entrada

Guardar estilo de gráfico

Restablecer estilo de gráfico

Variable de entrada	Total costes (incluyendo del periodo): EE110001				Entrada		
	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango	Explicación de variación ¹	Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
h mod EE110001	534.955	645.260	110.305	85,66%	2.520	4.520	3.520
h mod EE150001	608.390	576.432	31.958	92,85%	26.200	40.200	33.200
h mod EE100007	602.926	580.225	22.700	96,47%	11.800	21.800	16.800
Costes indirectos moi producción	582.708	599.256	16.548	98,40%	338.502	648.502	488.502
Costes indirectos mantenimiento instalaciones productivas	584.843	596.587	11.744	99,37%	418.648	638.648	528.648
h mod EE130004	593.007	586.334	6.673	99,69%	4.950	7.950	5.950
h mod EE150002	593.007	586.334	6.673	100,00%	5.472	8.472	6.472
Numero ordenes trabajo	590.715	590.715	0	100,00%	216	216	266
Numero ordenes trabajo EE130004	590.715	590.715	0	100,00%	189	189	239
Horas maquina EE150001	590.715	590.715	0	100,00%	5.184	5.184	6.184
Numero ordenes trabajo EE150002	590.715	590.715	0	100,00%	36	36	46
Horas maquina EE130004	590.715	590.715	0	100,00%	2.520	2.520	2.520
Horas maquina EE100007	590.715	590.715	0	100,00%	3.600	3.600	4.600
Horas maquina EE150002	590.715	590.715	0	100,00%	1.944	1.944	1.944
Numero ordenes trabajo EE110001	590.715	590.715	0	100,00%	5	5	5
Número órdenes trabajo EE100007	590.715	590.715	0	100,00%	117	117	142

¹a explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado

Rango de prueba

Puntos de prueba

Personalizar rangos de prueba por variable

Mostrar variables superiores

Caso base de las variables de Crystal Ball

Percentiles de las variables

10% a 90%

5

Desactivado

20

Valores de mediana

Ilustración 37.- Gráfico tornado EE110001 Caso 3

Gráfico de tendencia	Costes indirectos moi producción (428.502)	119.707	1
Gráfico de superposición	Costes indirectos moi producción (418.502)	119.707	2
Gráfico de previsión	Costes indirectos moi producción (408.502)	119.707	3
	Costes indirectos moi producción (398.502)	119.707	4
	Costes indirectos moi producción (388.502)	119.707	5
	Costes indirectos moi producción (378.502)	119.707	6
	Costes indirectos moi producción (368.502)	119.707	7
	Costes indirectos moi producción (358.502)	119.707	8
	Costes indirectos moi producción (348.502)	119.707	9
	Costes indirectos moi producción (338.502)	119.707	10
	Costes indirectos moi producción (328.502)	119.707	11
	Costes indirectos moi producción (318.502)	119.707	12
	Costes indirectos moi producción (308.502)	119.707	13
Gráfico de tendencia	Costes indirectos moi producción (568.502)	119.707	14
Gráfico de superposición	Costes indirectos moi producción (558.502)	119.707	15
Gráfico de previsión	Costes indirectos moi producción (548.502)	119.707	16
	Costes indirectos moi producción (538.502)	119.707	17
	Costes indirectos moi producción (528.502)	119.707	18
	Costes indirectos moi producción (518.502)	119.707	19
	Costes indirectos moi producción (498.502)	119.707	20
	Costes indirectos moi producción (488.502)	119.707	21
	Costes indirectos moi producción (478.502)	119.707	22
	Costes indirectos moi producción (468.502)	119.707	23
	Costes indirectos moi producción (458.502)	119.707	24
	Costes indirectos moi producción (448.502)	119.707	25
	Costes indirectos moi producción (438.502)	119.707	26
Gráfico de tendencia	Costes indirectos moi producción (687.753)	119.707	27
Gráfico de superposición	Costes indirectos moi producción (678.502)	119.707	28
Gráfico de previsión	Costes indirectos moi producción (668.502)	119.707	29
	Costes indirectos moi producción (658.502)	119.707	30
	Costes indirectos moi producción (648.502)	119.707	31
	Costes indirectos moi producción (638.502)	119.707	32
	Costes indirectos moi producción (628.502)	119.707	33
	Costes indirectos moi producción (618.502)	119.707	34
	Costes indirectos moi producción (608.502)	119.707	35
	Costes indirectos moi producción (598.502)	119.707	36
	Costes indirectos moi producción (588.502)	119.707	37
	Costes indirectos moi producción (578.502)	119.707	38

Tabla 38.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE110005 Caso 3



SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

Las etiquetas de barras muestran el rango de prueba de cada variable de entrada

Variable de entrada	Total costes (incluyendo del periodo): EE110005				Entrada		
	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango	Explicación de variación ¹	Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
Numero ordenes trabajo EE110001	120.000	120.000	0	---	5	5	5
Numero ordenes trabajo EE130004	120.000	120.000	0	---	189	189	239
Horas maquina EE150002	120.000	120.000	0	---	1.944	1.944	1.944
Número órdenes trabajo EE100007	120.000	120.000	0	---	117	117	142
Costes indirectos moi producción	120.000	120.000	0	---	338.502	338.502	488.502
Costes indirectos mantenimiento instalaciones productivas	120.000	120.000	0	---	418.648	418.648	528.648
Numero ordenes trabajo	120.000	120.000	0	---	216	216	266
Numero ordenes trabajo EE150002	120.000	120.000	0	---	36	36	46
h mod EE130004	120.000	120.000	0	---	4.950	4.950	6.950
h mod EE150001	120.000	120.000	0	---	28.200	28.200	40.200
h mod EE100007	120.000	120.000	0	---	11.800	11.800	16.800
h mod EE110001	120.000	120.000	0	---	2.520	2.520	3.520
Horas maquina EE130004	120.000	120.000	0	---	2.520	2.520	2.520
Horas maquina EE150001	120.000	120.000	0	---	5.184	5.184	6.184
h mod EE150002	120.000	120.000	0	---	5.472	5.472	8.472
Horas maquina EE100007	120.000	120.000	0	---	3.600	3.600	4.600

¹a explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado	Percentiles de las variables
Rango de prueba	10% a 90%
Puntos de prueba	5
Personalizar rangos de prueba por variable	Desactivado
Mostrar variables superiores	20
Caso base de las variables de Crystal Ball	Valores de mediana

Ilustración 38.- Gráfico tornado EE110005 Caso 3

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO

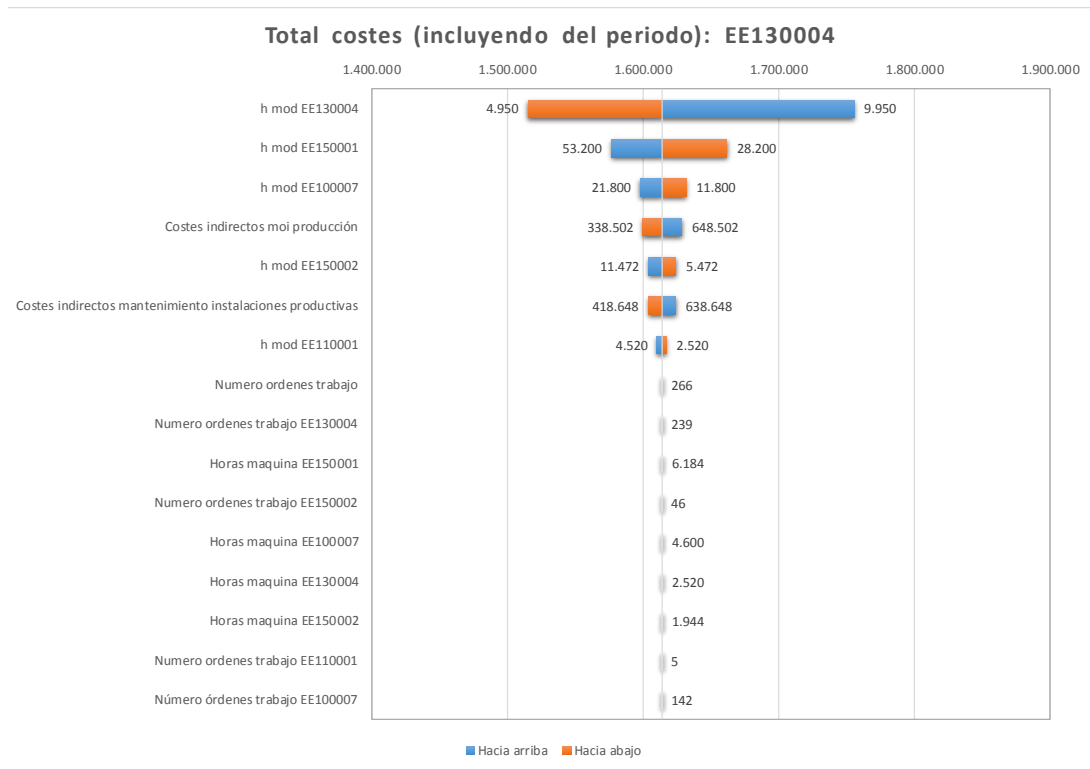
DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

Gráfico de tendencia		Costes	Costes indirectos moI producción (318.502)	Costes indirectos moI producción (328.502)	Costes indirectos moI producción (338.502)	Costes indirectos moI producción (348.502)	Costes indirectos moI producción (358.502)	Costes indirectos moI producción (368.502)	Costes indirectos moI producción (378.502)	Costes indirectos moI producción (388.502)	Costes indirectos moI producción (398.502)	Costes indirectos moI producción (408.502)	Costes indirectos moI producción (418.502)	Costes indirectos moI producción (428.502)
Gráfico de previsión														
Costes indirectos moI producción (308.502)	Costes indirectos moI producción (318.502)													
Costes indirectos moI producción (328.502)	Costes indirectos moI producción (338.502)													
h mod EE130004 (4.950)	1.507.825	1.507.825	1.508.530	1.508.530	1.509.234	1.509.234	1.509.938	1.509.938	1.509.938	1.510.643	1.510.643	1.511.347	1.511.347	
h mod EE130004 (5.950)	1.507.825	1.507.825	1.508.530	1.508.530	1.509.234	1.509.234	1.509.938	1.509.938	1.509.938	1.510.643	1.510.643	1.511.347	1.511.347	
h mod EE130004 (6.950)	1.555.851	1.555.851	1.556.685	1.556.685	1.557.520	1.557.520	1.558.355	1.558.355	1.558.355	1.559.190	1.559.190	1.560.024	1.560.024	
h mod EE130004 (7.950)	1.555.851	1.555.851	1.556.685	1.556.685	1.557.520	1.557.520	1.558.355	1.558.355	1.558.355	1.559.190	1.559.190	1.560.024	1.560.024	
h mod EE130004 (8.950)	1.602.965	1.602.965	1.603.927	1.603.927	1.604.889	1.604.889	1.605.850	1.605.850	1.605.850	1.606.812	1.606.812	1.607.773	1.607.773	
h mod EE130004 (9.950)	1.602.965	1.602.965	1.603.927	1.603.927	1.604.889	1.604.889	1.605.850	1.605.850	1.605.850	1.606.812	1.606.812	1.607.773	1.607.773	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

[illegible]

	Costes indirectos moi producción (687-753)												1
	Costes indirectos moi producción (678-502)												
	Costes indirectos moi producción (668-502)												
	Costes indirectos moi producción (658-502)												
	Costes indirectos moi producción (648-502)												2
	Costes indirectos moi producción (638-502)												
	Costes indirectos moi producción (628-502)												
	Costes indirectos moi producción (618-502)												
	Costes indirectos moi producción (608-502)												3
	Costes indirectos moi producción (598-502)												
	Costes indirectos moi producción (588-502)												
	Costes indirectos moi producción (578-502)												
	Costes indirectos moi producción (568-502)												4
	Costes indirectos moi producción (558-502)												
	Costes indirectos moi producción (548-502)												
	Costes indirectos moi producción (538-502)												
	Costes indirectos moi producción (528-502)												5
	Costes indirectos moi producción (518-502)												
	Costes indirectos moi producción (508-502)												
	Costes indirectos moi producción (498-502)												
	Costes indirectos moi producción (488-502)												6
	Costes indirectos moi producción (478-502)												
	Costes indirectos moi producción (468-502)												
	Costes indirectos moi producción (458-502)												

Tabla 39.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE130004 Caso 3



Las etiquetas de barras muestran el rango de prueba de cada variable de entrada

Guardar estilo de Restablecer estilo de

Variable de entrada	Total costes (incluyendo del periodo): EE130004				Entrada		
	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango	Explicación de variación ¹	Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
h mod EE130004	1.515.331	1.755.697	240.366	85,17%	4.950	9.950	6.950
h mod EE150001	1.661.967	1.576.787	85.180	95,87%	28.200	53.200	40.200
h mod EE100007	1.632.065	1.598.320	33.745	97,55%	11.800	21.800	16.800
Costes indirectos moi producción	1.600.354	1.628.724	28.370	98,73%	338.502	648.502	488.502
h mod EE150002	1.624.576	1.604.385	20.191	99,34%	5.472	11.472	8.472
Costes indirectos mantenimiento instalaciones productivas	1.604.014	1.624.148	20.134	99,93%	418.648	638.648	528.648
h mod EE110001	1.617.486	1.610.765	6.721	100,00%	2.520	4.520	3.520
Numero ordenes trabajo	1.614.081	1.614.081	0	100,00%	216	216	266
Numero ordenes trabajo EE130004	1.614.081	1.614.081	0	100,00%	189	189	239
Horas maquina EE150001	1.614.081	1.614.081	0	100,00%	5.184	5.184	6.184
Numero ordenes trabajo EE150002	1.614.081	1.614.081	0	100,00%	36	36	46
Horas maquina EE100007	1.614.081	1.614.081	0	100,00%	3.600	3.600	4.600
Horas maquina EE130004	1.614.081	1.614.081	0	100,00%	2.520	2.520	2.520
Horas maquina EE150002	1.614.081	1.614.081	0	100,00%	1.944	1.944	1.944
Numero ordenes trabajo EE110001	1.614.081	1.614.081	0	100,00%	5	5	5
Número órdenes trabajo EE100007	1.614.081	1.614.081	0	100,00%	117	117	142

¹a explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado
Rango de prueba
Puntos de prueba
Personalizar rangos de prueba por variable
Mostrar variables superiores
Caso base de las variables de Crystal Ball

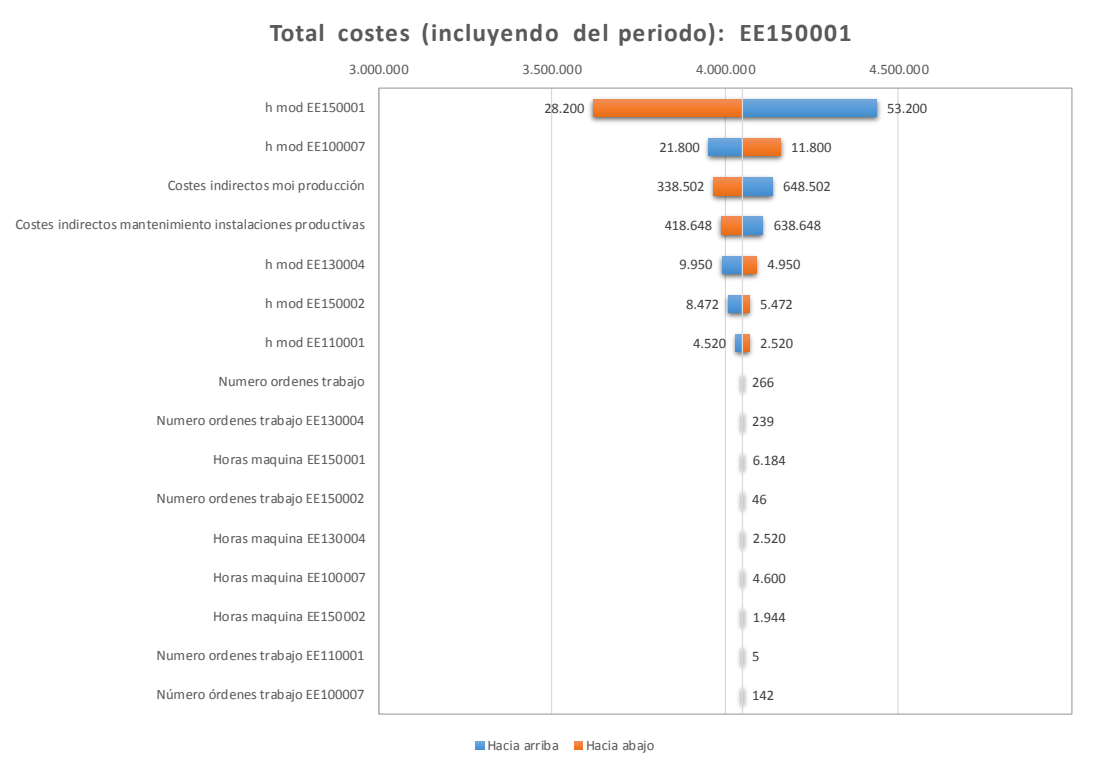
Percentiles de las variables
10% a 90%
5
Desactivado
20
Valores de mediana

Ilustración 39.- Gráfico tornado EE130004 Caso 3



Gráfico de tendencia																							
Gráfico de superposición																							
Gráfico de previsión																							
	Costes indirectos moi producción (308.502)	Costes indirectos moi producción (328.502)	Costes indirectos moi producción (348.502)	Costes indirectos moi producción (368.502)	Costes indirectos moi producción (388.502)	Costes indirectos moi producción (398.502)	Costes indirectos moi producción (418.502)	Costes indirectos moi producción (438.502)	Costes indirectos moi producción (458.502)	Costes indirectos moi producción (478.502)	Costes indirectos moi producción (498.502)	Costes indirectos moi producción (518.502)	Costes indirectos moi producción (538.502)	Costes indirectos moi producción (558.502)	Costes indirectos moi producción (578.502)	Costes indirectos moi producción (588.502)	Costes indirectos moi producción (608.502)	Costes indirectos moi producción (628.502)	Costes indirectos moi producción (648.502)	Costes indirectos moi producción (668.502)	Costes indirectos moi producción (687.753)		
h mod EE150001 (25.200)	3.412.032	3.416.411	3.420.790	3.420.790	3.425.168	3.429.547	3.433.926	3.433.926	3.438.305	3.442.684	3.447.062	3.447.062	3.451.441	3.455.820	3.460.199	3.464.578	3.464.578	3.468.956	3.473.335	3.477.714	3.477.714	1	
h mod EE150001 (27.200)	3.451.364	3.455.839	3.460.314	3.460.314	3.464.789	3.469.263	3.473.738	3.473.738	3.478.213	3.482.688	3.487.163	3.487.163	3.491.638	3.496.112	3.500.587	3.505.062	3.505.062	3.509.537	3.514.012	3.518.486	3.518.486	2	
h mod EE150001 (29.200)	3.489.883	3.494.451	3.499.018	3.499.018	3.503.586	3.508.154	3.512.721	3.512.721	3.517.289	3.521.856	3.526.424	3.526.424	3.530.992	3.535.559	3.540.127	3.544.694	3.544.694	3.549.262	3.553.830	3.558.397	3.558.397	3	
h mod EE150001 (31.200)	3.489.883	3.494.451	3.499.018	3.499.018	3.503.586	3.508.154	3.512.721	3.512.721	3.517.289	3.521.856	3.526.424	3.526.424	3.530.992	3.535.559	3.540.127	3.544.694	3.544.694	3.549.262	3.553.830	3.558.397	3.558.397	4	
h mod EE150001 (33.200)	3.527.629	3.532.287	3.536.944	3.536.944	3.541.601	3.546.259	3.550.916	3.550.916	3.555.573	3.560.231	3.564.888	3.564.888	3.569.545	3.574.202	3.578.860	3.583.517	3.583.517	3.588.174	3.592.832	3.597.489	3.597.489	5	
h mod EE150001 (35.200)	3.564.640	3.569.384	3.574.128	3.574.128	3.578.873	3.583.617	3.588.361	3.588.361	3.593.105	3.597.849	3.602.593	3.602.593	3.607.337	3.612.081	3.616.825	3.621.570	3.621.570	3.626.314	3.631.058	3.635.802	3.635.802	6	
h mod EE150001 (37.200)	3.600.951	3.605.779	3.610.607	3.610.607	3.615.436	3.620.264	3.625.092	3.625.092	3.629.920	3.634.748	3.639.576	3.639.576	3.644.404	3.649.233	3.654.061	3.658.889	3.658.889	3.663.717	3.668.545	3.673.373	3.673.373	7	
h mod EE150001 (39.200)	3.636.595	3.641.505	3.646.414	3.646.414	3.651.324	3.656.233	3.661.143	3.661.143	3.666.052	3.670.962	3.675.871	3.675.871	3.680.781	3.685.690	3.690.600	3.695.509	3.695.509	3.700.419	3.705.328	3.710.238	3.710.238	8	
h mod EE150001 (41.200)	3.636.595	3.641.505	3.646.414	3.646.414	3.651.324	3.656.233	3.661.143	3.661.143	3.666.052	3.670.962	3.675.871	3.675.871	3.680.781	3.685.690	3.690.600	3.695.509	3.695.509	3.700.419	3.705.328	3.710.238	3.710.238	9	
h mod EE150001 (43.200)	3.671.603	3.676.592	3.681.580	3.681.580	3.686.568	3.691.557	3.696.545	3.696.545	3.701.533	3.706.522	3.711.510	3.711.510	3.716.499	3.721.487	3.726.475	3.731.464	3.731.464	3.736.452	3.741.441	3.746.429	3.746.429	10	
h mod EE150001 (45.200)	3.706.004	3.711.069	3.716.134	3.716.134	3.721.199	3.726.264	3.731.329	3.731.329	3.736.393	3.741.458	3.746.523	3.746.523	3.751.588	3.756.653	3.761.718	3.766.782	3.766.782	3.771.847	3.776.912	3.781.977	3.781.977	11	
h mod EE150001 (47.200)	3.739.826	3.744.965	3.750.104	3.750.104	3.755.243	3.760.382	3.765.521	3.765.521	3.770.660	3.775.799	3.780.938	3.780.938	3.786.077	3.791.216	3.796.355	3.801.494	3.801.494	3.806.633	3.811.772	3.816.911	3.816.911	12	
h mod EE150001 (49.200)	3.739.826	3.744.965	3.750.104	3.750.104	3.755.243	3.760.382	3.765.521	3.765.521	3.770.660	3.775.799	3.780.938	3.780.938	3.786.077	3.791.216	3.796.355	3.801.494	3.801.494	3.806.633	3.811.772	3.816.911	3.816.911	13	
h mod EE150001 (51.200)	3.773.094	3.778.305	3.783.516	3.783.516	3.788.727	3.793.938	3.799.149	3.799.149	3.804.360	3.809.571	3.814.782	3.814.782	3.819.993	3.825.204	3.830.415	3.835.626	3.835.626	3.840.837	3.846.048	3.851.259	3.851.259	14	
h mod EE150001 (53.200)	3.805.833	3.811.114	3.816.394	3.816.394	3.821.675	3.826.956	3.832.237	3.832.237	3.837.518	3.842.798	3.848.079	3.848.079	3.853.360	3.858.641	3.863.922	3.869.203	3.869.203	3.874.483	3.879.764	3.885.045	3.885.045	15	
h mod EE150001 (55.200)	3.838.065	3.843.413	3.848.762	3.848.762	3.854.111	3.859.459	3.864.808	3.864.808	3.870.157	3.875.505	3.880.854	3.880.854	3.886.203	3.891.551	3.896.900	3.902.249	3.902.249	3.907.597	3.912.946	3.918.295	3.918.295	16	
h mod EE150001 (56.700)	3.857.169	3.862.558	3.867.946	3.867.946	3.873.335	3.878.723	3.884.112	3.884.112	3.889.500	3.894.889	3.900.277	3.900.277	3.905.666	3.911.054	3.916.442	3.921.831	3.921.831	3.927.219	3.932.608	3.937.996	3.937.996	17	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		

Tabla 40.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE150001 Caso 3



Las etiquetas de barras muestran el rango de prueba de cada variable de entrada

Guardar estilo de gráfico

Restablecer estilo de gráfico

Variable de entrada	Total costes (incluyendo del periodo): EE150001				Entrada		
	Explicación de variación ¹				Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
h mod EE150001	3.622.343	4.437.046	814.703	86,82%	28.200	53.200	40.200
h mod EE100007	4.160.189	3.954.249	205.940	92,37%	11.800	21.800	16.800
Costes indirectos moi producción	3.968.705	4.137.243	168.538	96,09%	338.502	648.502	488.502
Costes indirectos mantenimiento instalaciones productivas	3.990.452	4.110.059	119.607	97,96%	418.648	638.648	528.648
h mod EE130004	4.092.395	3.991.154	101.241	99,30%	4.950	9.950	6.950
h mod EE150002	4.071.037	4.010.336	60.701	99,78%	5.472	8.472	6.472
h mod EE110001	4.071.037	4.030.029	41.007	100,00%	2.520	4.520	3.520
Numero ordenes trabajo	4.050.256	4.050.256	0	100,00%	216	216	266
Numero ordenes trabajo EE130004	4.050.256	4.050.256	0	100,00%	189	189	239
Horas maquina EE150001	4.050.256	4.050.256	0	100,00%	5.184	5.184	6.184
Numero ordenes trabajo EE150002	4.050.256	4.050.256	0	100,00%	36	36	46
Horas maquina EE130004	4.050.256	4.050.256	0	100,00%	2.520	2.520	2.520
Horas maquina EE100007	4.050.256	4.050.256	0	100,00%	3.600	3.600	4.600
Horas maquina EE150002	4.050.256	4.050.256	0	100,00%	1.944	1.944	1.944
Numero ordenes trabajo EE110001	4.050.256	4.050.256	0	100,00%	5	5	5
Número órdenes trabajo EE100007	4.050.256	4.050.256	0	100,00%	117	117	142

¹ la explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado

Rango de prueba

Puntos de prueba

Personalizar rangos de prueba por variable

Mostrar variables superiores

Caso base de las variables de Crystal Ball

Percentiles de las variables

10% a 90%

5

Desactivado

20

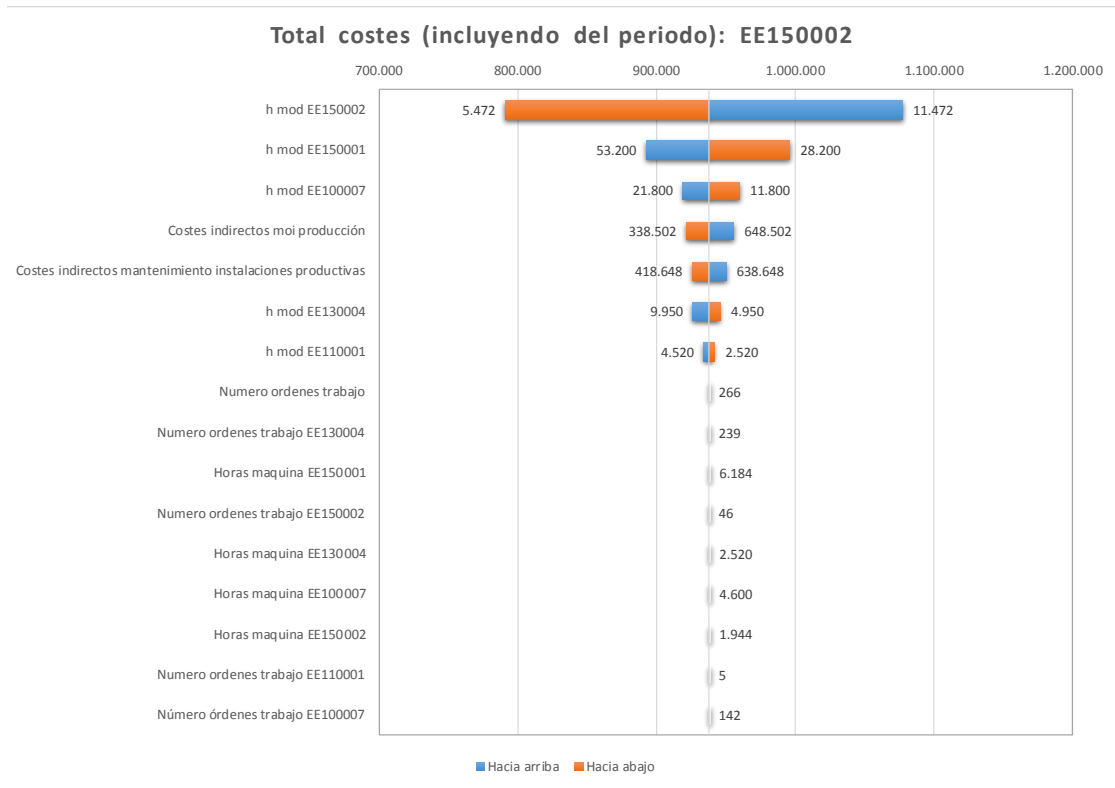
Valores de mediana

Ilustración 40.- Gráfico tornado EE150001 Caso 3

Gráfico de tendencia	Costes indirectos moi producción (308.502)	Costes indirectos moi producción (328.502)	Costes indirectos moi producción (348.502)	Costes indirectos moi producción (368.502)	Costes indirectos moi producción (388.502)	Costes indirectos moi producción (398.502)	Costes indirectos moi producción (418.502)	Costes indirectos moi producción (438.502)	Costes indirectos moi producción (458.502)	Costes indirectos moi producción (478.502)	Costes indirectos moi producción (498.502)
Gráfico de superposición											
Gráfico de previsión											
h mod EE150002 (5.472)	779.025	779.812	780.599	780.599	781.385	782.172	782.959	782.959	783.746	784.533	785.320
h mod EE150002 (7.472)	827.116	828.034	828.951	828.951	829.869	830.786	831.704	831.704	832.621	833.538	834.456
h mod EE150002 (10.472)	874.286	875.330	876.375	876.375	877.419	878.463	879.508	879.508	880.552	881.597	882.641
h mod EE150002 (12.312)	908.436	909.572	910.707	910.707	911.843	912.978	914.114	914.114	915.250	916.385	917.521
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Gráfico de tendencia	Costes indirectos moi producción (518.502)	Costes indirectos moi producción (538.502)	Costes indirectos moi producción (558.502)	Costes indirectos moi producción (578.502)	Costes indirectos moi producción (588.502)	Costes indirectos moi producción (608.502)	Costes indirectos moi producción (628.502)	Costes indirectos moi producción (648.502)	Costes indirectos moi producción (668.502)	Costes indirectos moi producción (687.753)	
Gráfico de superposición											
Gráfico de previsión											
h mod EE150002 (5.472)	785.320	786.107	786.893	787.680	788.467	789.254	790.041	790.828	790.828	790.828	1
h mod EE150002 (7.472)	834.456	835.373	836.291	837.208	838.126	839.043	839.961	840.878	840.878	840.878	2
h mod EE150002 (10.472)	882.641	883.686	884.730	885.774	886.819	887.863	888.908	889.952	889.952	889.952	3
h mod EE150002 (12.312)	917.521	918.657	919.792	920.928	922.063	923.199	924.335	925.470	925.470	925.470	4
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	

Tabla 41.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE150002 Caso 3



Las etiquetas de barras muestran el rango de prueba de cada variable de entrada

Guardar estilo de gráfico

Restablecer estilo de gráfico

Variable de entrada	Total costes (incluyendo del periodo): EE150002				Entrada		
	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango	Explicación de variación ¹	Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
h mod EE150002	790.966	1.077.694	286.728	84,79%	5.472	11.472	8.472
h mod EE150001	996.574	892.740	103.834	95,91%	28.200	53.200	40.200
h mod EE100007	960.124	918.988	41.135	97,65%	11.800	21.800	16.800
Costes indirectos moi producción	921.468	956.051	34.583	98,89%	338.502	648.502	488.502
Costes indirectos mantenimiento instalaciones productivas	925.930	950.473	24.543	99,51%	418.648	638.648	528.648
h mod EE130004	946.615	926.381	20.233	99,93%	4.950	9.950	6.950
h mod EE110001	942.352	934.159	8.193	100,00%	2.520	4.520	3.520
Numero ordenes trabajo	938.202	938.202	0	100,00%	216	216	266
Numero ordenes trabajo EE130004	938.202	938.202	0	100,00%	189	189	239
Horas maquina EE150001	938.202	938.202	0	100,00%	5.184	5.184	6.184
Numero ordenes trabajo EE150002	938.202	938.202	0	100,00%	36	36	46
Horas maquina EE130004	938.202	938.202	0	100,00%	2.520	2.520	2.520
Horas maquina EE100007	938.202	938.202	0	100,00%	3.600	3.600	4.600
Horas maquina EE150002	938.202	938.202	0	100,00%	1.944	1.944	1.944
Numero ordenes trabajo EE110001	938.202	938.202	0	100,00%	5	5	5
Número órdenes trabajo EE100007	938.202	938.202	0	100,00%	117	117	142

¹a explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado

Rango de prueba

Puntos de prueba

Personalizar rangos de prueba por variable

Mostrar variables superiores

Caso base de las variables de Crystal Ball

Percentiles de las variables

10% a 90%

5

Desactivado

20

Valores de mediana

Ilustración 41.- Gráfico tornado EE150002 Caso 3

Gráfico de tendencia	Gráfico de superposición	Gráfico de previsión	Costes indirectos moi producción (308.502)	Costes indirectos moi producción (328.502)	Costes indirectos moi producción (348.502)	Costes indirectos moi producción (368.502)	Costes indirectos moi producción (388.502)	Costes indirectos moi producción (398.502)	Costes indirectos moi producción (418.502)	Costes indirectos moi producción (438.502)	Costes indirectos moi producción (458.502)	Costes indirectos moi producción (478.502)	Costes indirectos moi producción (498.502)
h mod EE100007 (10.800)			1.760.878	1.762.908	1.764.939	1.764.939	1.766.970	1.769.001	1.771.032	1.771.032	1.773.063	1.775.094	1.777.124
h mod EE100007 (12.800)			1.804.837	1.807.014	1.809.192	1.809.192	1.811.370	1.813.548	1.815.726	1.815.726	1.817.904	1.820.082	1.822.260
h mod EE100007 (14.800)			1.847.750	1.850.070	1.852.390	1.852.390	1.854.709	1.857.029	1.859.349	1.859.349	1.861.668	1.863.988	1.866.308
h mod EE100007 (16.800)			1.847.750	1.850.070	1.852.390	1.852.390	1.854.709	1.857.029	1.859.349	1.859.349	1.861.668	1.863.988	1.866.308
h mod EE100007 (17.800)			1.889.674	1.892.131	1.894.587	1.894.587	1.897.044	1.899.500	1.901.956	1.901.956	1.904.413	1.906.869	1.909.325
h mod EE100007 (19.800)			1.930.661	1.933.249	1.935.838	1.935.838	1.938.426	1.941.014	1.943.603	1.943.603	1.946.191	1.948.779	1.951.367
h mod EE100007 (21.800)			1.970.758	1.973.474	1.976.190	1.976.190	1.978.905	1.981.621	1.984.337	1.984.337	1.987.053	1.989.768	1.992.484
h mod EE100007 (23.700)			1.970.758	1.973.474	1.976.190	1.976.190	1.978.905	1.981.621	1.984.337	1.984.337	1.987.053	1.989.768	1.992.484
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Gráfico de tendencia	Gráfico de superposición	Gráfico de previsión	Costes indirectos moi producción (518.502)	Costes indirectos moi producción (538.502)	Costes indirectos moi producción (558.502)	Costes indirectos moi producción (578.502)	Costes indirectos moi producción (588.502)	Costes indirectos moi producción (608.502)	Costes indirectos moi producción (628.502)	Costes indirectos moi producción (648.502)	Costes indirectos moi producción (668.502)	Costes indirectos moi producción (687.753)
h mod EE100007 (10.800)			1.777.124	1.779.155	1.781.186	1.783.217	1.785.248	1.785.248	1.787.279	1.789.309	1.791.340	1.791.340
h mod EE100007 (12.800)			1.822.260	1.824.438	1.826.616	1.828.794	1.830.972	1.830.972	1.833.150	1.835.328	1.837.505	1.837.505
h mod EE100007 (14.800)			1.866.308	1.868.627	1.870.947	1.873.267	1.875.586	1.875.586	1.877.906	1.880.226	1.882.545	1.882.545
h mod EE100007 (16.800)			1.866.308	1.868.627	1.870.947	1.873.267	1.875.586	1.875.586	1.877.906	1.880.226	1.882.545	1.882.545
h mod EE100007 (17.800)			1.909.325	1.911.782	1.914.238	1.916.695	1.919.151	1.919.151	1.921.607	1.924.064	1.926.520	1.926.520
h mod EE100007 (19.800)			1.951.367	1.953.956	1.956.544	1.959.132	1.961.721	1.961.721	1.964.309	1.966.897	1.969.486	1.969.486
h mod EE100007 (21.800)			1.992.484	1.995.200	1.997.915	2.000.631	2.003.347	2.003.347	2.006.063	2.008.778	2.011.494	2.011.494
h mod EE100007 (23.700)			1.992.484	1.995.200	1.997.915	2.000.631	2.003.347	2.003.347	2.006.063	2.008.778	2.011.494	2.011.494
			12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

Tabla 42.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE100007 Caso 4

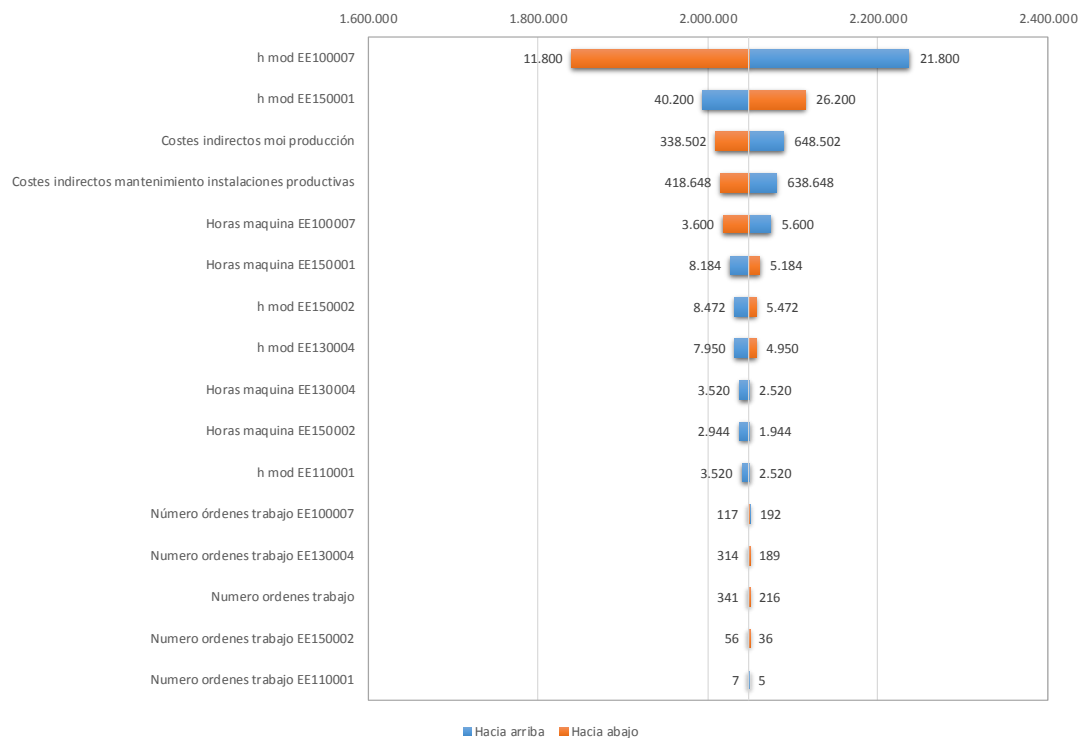


Gráfico de tendencia	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr													
Gráfico de superposición	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr													
Gráfico de previsión	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr													
	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr
Horas maquina EE100007 (3.600)	1.989.577	1.992.091	1.994.605	1.994.605	1.997.119	1.999.633	2.002.147	2.002.147	2.004.661	2.007.175	2.009.689	2.009.689	2.012.203	2.014.716
Horas maquina EE100007 (5.600)	2.013.264	2.016.266	2.019.269	2.019.269	2.022.272	2.025.274	2.028.277	2.028.277	2.031.279	2.034.282	2.037.285	2.037.285	2.040.287	2.043.290
Horas maquina EE100007 (8.100)	2.030.097	2.033.447	2.036.797	2.036.797	2.040.147	2.043.497	2.046.847	2.046.847	2.050.197	2.053.546	2.056.896	2.056.896	2.060.246	2.063.596
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Gráfico de tendencia	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr												
Gráfico de superposición	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr												
Gráfico de previsión	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr												
	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr	Costes indirectos mantenimiento instalaciones pr
Horas maquina EE100007 (3.600)	2.017.230	2.017.230	2.019.744	2.022.258	2.024.772	2.027.286	2.027.286	2.029.800	2.032.314	2.034.828	2.034.828	2.037.342	2.039.856
Horas maquina EE100007 (5.600)	2.046.292	2.046.292	2.049.295	2.052.298	2.055.300	2.058.303	2.058.303	2.061.305	2.064.308	2.067.311	2.067.311	2.070.313	2.073.313
Horas maquina EE100007 (8.100)	2.066.946	2.066.946	2.070.296	2.073.646	2.076.996	2.080.345	2.080.345	2.083.695	2.087.045	2.090.395	2.090.395	2.093.745	2.096.868
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27

Tabla 43.- Salida datos horas máquina vs mantenimiento instalaciones EE100007 Caso 4

Total costes (incluyendo del periodo): EE100007



Las etiquetas de barras muestran el rango de prueba de cada variable de entrada

Guardar estilo de gráfico

Restablecer estilo de gráfico

Variable de entrada	Total costes (incluyendo del periodo): EE100007				Entrada		
	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango	Explicación de variación ¹	Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
h mod EE100007	1.840.440	2.237.665	397.225	83,38%	11.800	21.800	16.800
h mod EE150001	2.115.485	1.994.593	120.892	91,10%	26.200	40.200	33.200
Costes indirectos moi producción	2.009.720	2.089.914	80.195	94,50%	338.502	648.502	488.502
Costes indirectos mantenimiento instalaciones productivas	2.015.339	2.081.708	66.369	96,83%	418.648	638.648	528.648
Horas maquina EE100007	2.018.410	2.074.931	56.520	98,52%	3.600	5.600	4.600
Horas maquina EE150001	2.061.533	2.027.031	34.502	99,15%	5.184	8.184	6.184
h mod EE150002	2.057.192	2.031.964	25.228	99,48%	5.472	8.472	6.472
h mod EE130004	2.057.192	2.031.964	25.228	99,82%	4.950	7.950	5.950
Horas maquina EE130004	2.048.524	2.037.116	11.408	99,89%	2.520	3.520	2.520
Horas maquina EE150002	2.048.524	2.037.116	11.408	99,96%	1.944	2.944	1.944
h mod EE110001	2.048.524	2.040.118	8.405	100,00%	2.520	3.520	2.520
Número órdenes trabajo EE100007	2.047.603	2.050.180	2.577	100,00%	117	192	142
Numero ordenes trabajo EE130004	2.049.012	2.047.910	1.102	100,00%	189	314	239
Numero ordenes trabajo	2.049.012	2.047.910	1.102	100,00%	216	341	266
Numero ordenes trabajo EE150002	2.048.616	2.048.434	181	100,00%	36	56	46
Numero ordenes trabajo EE110001	2.048.524	2.048.506	18	100,00%	5	7	5

¹a explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado

Rango de prueba

Puntos de prueba

Personalizar rangos de prueba por variable

Mostrar variables superiores

Caso base de las variables de Crystal Ball

Percentiles de las variables

10% a 90%

5

Desactivado

20

Valores de mediana

Ilustración 42.- Gráfico tornado EE100007 Caso 4

Gráfico de tendencia	Costes indirectos moi producción (308.502)											
Gráfico de superposición												
Gráfico de previsión												
h mod EE110001 (2.520)	512.404	512.404	512.840	512.840	513.275	513.275	513.710	513.710	513.710	514.145	514.145	514.580
h mod EE110001 (5.280)	559.389	559.389	559.987	559.987	560.584	560.584	561.182	561.182	561.182	561.780	561.780	562.377
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Gráfico de tendencia	Costes indirectos moi produción (428.502)	Costes indirectos moi produción (438.502)	Costes indirectos moi produción (448.502)	Costes indirectos moi produción (458.502)	Costes indirectos moi produción (468.502)	Costes indirectos moi produción (478.502)	Costes indirectos moi produción (488.502)	Costes indirectos moi produción (498.502)	Costes indirectos moi produción (518.502)	Costes indirectos moi produción (528.502)	Costes indirectos moi produción (538.502)	Costes indirectos moi produción (548.502)	Costes indirectos moi produción (558.502)
Gráfico de superposición													
Gráfico de previsión													
h mod EE110001 (2.520)	514.580	514.580	515.016	515.016	515.451	515.451	515.886	515.886	516.321	516.321	516.757	516.757	516.757
h mod EE110001 (5.280)	562.377	562.377	562.975	562.975	563.573	563.573	564.170	564.170	564.768	564.768	565.365	565.365	565.365
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

Gráfico de tendencia	Costes indirectos moi producción (568.502)												
Gráfico de superposición													
Gráfico de previsión													
h mod EE110001 (2.520)	516.757	517.192	517.192	517.627	517.627	518.062	518.062	518.062	518.498	518.498	518.933	518.933	1
h mod EE110001 (5.280)	565.365	565.963	565.963	566.561	566.561	567.158	567.158	567.158	567.756	567.756	568.354	568.354	2
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38

Tabla 44.- Salida datos horas m.o.d. vs m.o.i producción EE110001 Caso 4

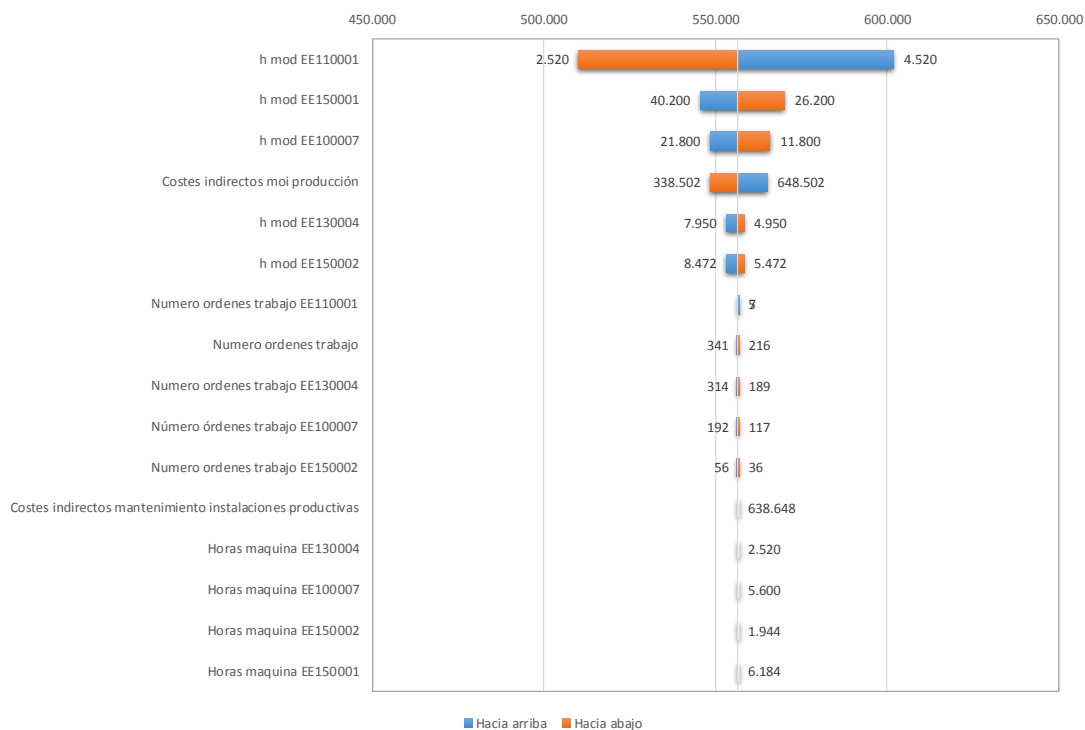
SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO

DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

[illegible]

Tabla 45.- Salida datos horas máquina vs mantenimiento instalaciones EE110001 Caso 4

Total costes (incluyendo del periodo): EE110001



Las etiquetas de barras muestran el rango de prueba de cada variable de entrada

Guardar estilo de gráfico

Restablecer estilo de gráfico

Total costes (incluyendo del periodo): EE110001					Entrada		
Variable de entrada	Explicación de						
	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango	variación ¹	Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
h mod EE110001	510.130	601.897	91.768	87,22%	2.520	4.520	3.520
h mod EE150001	570.063	545.504	24.559	93,47%	26.200	40.200	33.200
h mod EE100007	565.863	548.419	17.444	96,62%	11.800	21.800	16.800
Costes indirectos moi producción	548.473	565.021	16.548	99,46%	338.502	648.502	488.502
h mod EE130004	558.241	553.113	5.128	99,73%	4.950	7.950	5.950
h mod EE150002	558.241	553.113	5.128	100,00%	5.472	8.472	6.472
Numero ordenes trabajo EE110001	556.480	556.568	88	100,00%	5	7	5
Numero ordenes trabajo	556.497	556.458	39	100,00%	216	341	266
Numero ordenes trabajo EE130004	556.497	556.458	39	100,00%	189	314	239
Número órdenes trabajo EE100007	556.488	556.465	23	100,00%	117	192	142
Numero ordenes trabajo EE150002	556.483	556.477	6	100,00%	36	56	46
Costes indirectos mantenimiento instalaciones productivas	556.480	556.480	0	100,00%	438.648	438.648	638.648
Horas maquina EE130004	556.480	556.480	0	100,00%	2.520	2.520	2.520
Horas maquina EE100007	556.480	556.480	0	100,00%	3.600	3.600	5.600
Horas maquina EE150002	556.480	556.480	0	100,00%	1.944	1.944	1.944
Horas maquina EE150001	556.480	556.480	0	100,00%	5.184	5.184	6.184

¹a explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado

Rango de prueba

Puntos de prueba

Personalizar rangos de prueba por variable

Mostrar variables superiores

Caso base de las variables de Crystal Ball

Percentiles de las variables

10% a 90%

5

Desactivado

20

Valores de mediana

Ilustración 43.- Gráfico tornado EE110001 Caso 4

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

[illegible]

Tabla 46.- Salida datos m.o.i producción vs mantenimiento instalaciones EE110005 Caso 4



Las etiquetas de barras muestran el rango de prueba de cada variable de entrada

Variable de entrada	Total costes (incluyendo del periodo): EE110005				Entrada		
	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango	Explicación de variación ¹	Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
Numero ordenes trabajo EE110001	120.000	120.000	0	---	5	5	5
Numero ordenes trabajo EE130004	120.000	120.000	0	---	189	189	239
Horas maquina EE150002	120.000	120.000	0	---	1.944	1.944	1.944
Número órdenes trabajo EE100007	120.000	120.000	0	---	117	117	142
Costes indirectos moi producción	120.000	120.000	0	---	338.502	338.502	488.502
Costes indirectos mantenimiento instalaciones productivas	120.000	120.000	0	---	438.648	438.648	638.648
Numero ordenes trabajo	120.000	120.000	0	---	216	216	266
Numero ordenes trabajo EE150002	120.000	120.000	0	---	36	36	46
h mod EE130004	120.000	120.000	0	---	4.950	4.950	6.950
h mod EE150001	120.000	120.000	0	---	28.200	28.200	40.200
h mod EE100007	120.000	120.000	0	---	11.800	11.800	16.800
h mod EE110001	120.000	120.000	0	---	2.520	2.520	3.520
Horas maquina EE130004	120.000	120.000	0	---	2.520	2.520	3.520
Horas maquina EE150001	120.000	120.000	0	---	5.184	5.184	8.184
h mod EE150002	120.000	120.000	0	---	5.472	5.472	6.472
Horas maquina EE100007	120.000	120.000	0	---	3.600	3.600	5.600

¹a explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado	Percentiles de las variables
Rango de prueba	10% a 90%
Puntos de prueba	5
Personalizar rangos de prueba por variable	Desactivado
Mostrar variables superiores	20
Caso base de las variables de Crystal Ball	Valores de mediana

Ilustración 44.- Gráfico tornado EE110005 Caso 4

Gráfico de tendencia												
Gráfico de superposición												
Gráfico de previsión												
Costes indirectos moi producción (418.502)												
Costes indirectos moi producción (408.502)												
Costes indirectos moi producción (398.502)												
Costes indirectos moi producción (388.502)												
Costes indirectos moi producción (378.502)												
Costes indirectos moi producción (368.502)												
Costes indirectos moi producción (358.502)												
Costes indirectos moi producción (348.502)												
Costes indirectos moi producción (338.502)												
Costes indirectos moi producción (328.502)												
Costes indirectos moi producción (318.502)												
Costes indirectos moi producción (308.502)												
h mod EE130004 (4.950)	1.602.007	1.602.007	1.602.734	1.602.734	1.603.460	1.603.460	1.604.186	1.604.186	1.604.186	1.604.913	1.604.913	1.605.639
h mod EE130004 (6.950)	1.643.458	1.643.458	1.644.318	1.644.318	1.645.178	1.645.178	1.646.039	1.646.039	1.646.039	1.646.899	1.646.899	1.647.760
h mod EE130004 (8.950)	1.684.157	1.684.157	1.685.148	1.685.148	1.686.139	1.686.139	1.687.129	1.687.129	1.687.129	1.688.120	1.688.120	1.689.111
h mod EE130004 (9.950)	1.684.157	1.684.157	1.685.148	1.685.148	1.686.139	1.686.139	1.687.129	1.687.129	1.687.129	1.688.120	1.688.120	1.689.111
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Gráfico de tendencia														
Gráfico de superposición														
Gráfico de previsión														
Costes indirectos moi produción (558.502)	h mod EE130004 (4.950)	1.605.639	1.605.639	1.606.365	1.606.365	1.607.092	1.607.092	1.607.818	1.607.818	1.607.818	1.608.544	1.608.544	1.609.271	1.609.271
Costes indirectos moi produción (548.502)	h mod EE130004 (6.950)	1.647.760	1.647.760	1.648.620	1.648.620	1.649.481	1.649.481	1.650.341	1.650.341	1.650.341	1.651.202	1.651.202	1.652.062	1.652.062
Costes indirectos moi produción (538.502)	h mod EE130004 (8.950)	1.689.111	1.689.111	1.690.102	1.690.102	1.691.092	1.691.092	1.692.083	1.692.083	1.692.083	1.693.074	1.693.074	1.694.065	1.694.065
Costes indirectos moi produción (428.502)	h mod EE130004 (9.950)	1.689.111	1.689.111	1.690.102	1.690.102	1.691.092	1.691.092	1.692.083	1.692.083	1.692.083	1.693.074	1.693.074	1.694.065	1.694.065
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

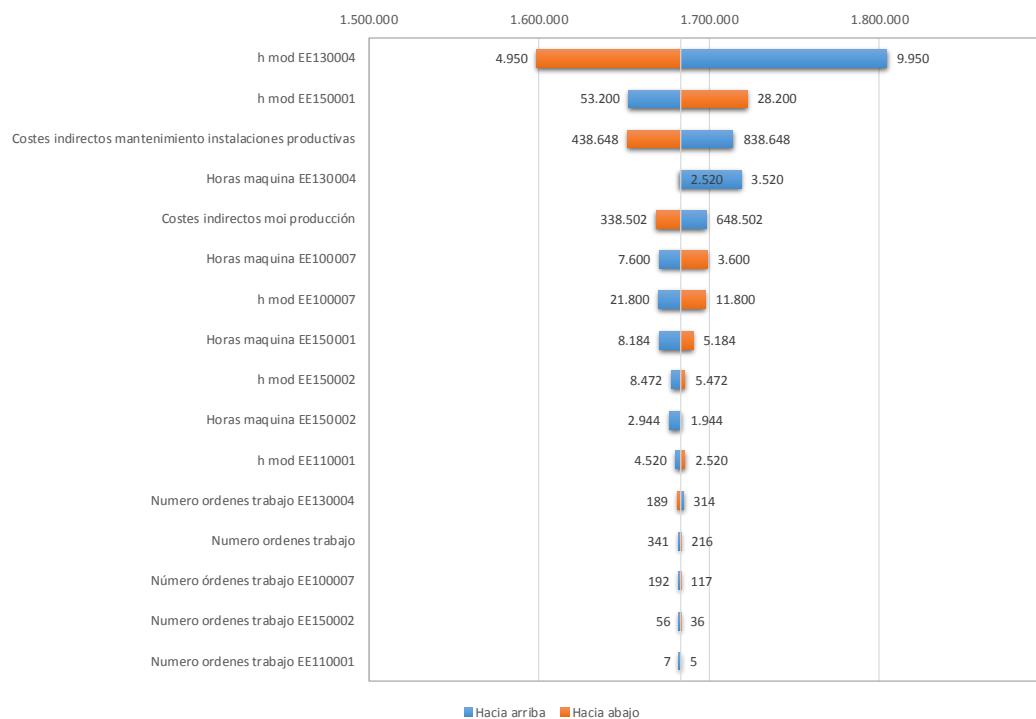
Gráfico de tendencia															
Gráfico de superposición															
Gráfico de previsión															

Tabla 47.- Salida datos m.o.d. vs m.o.i producción EE130004 Caso 4

Gráfico de tendencia										
Gráfico de superposición										
Gráfico de previsión										
	Costes indirectos mantenimiento instalaciones prod	Costes indirectos mantenimiento instalaciones prod	Costes indirectos mantenimiento instalaciones prod	Costes indirectos mantenimiento instalaciones prod	Costes indirectos mantenimiento instalaciones prod	Costes indirectos mantenimiento instalaciones prod	Costes indirectos mantenimiento instalaciones prod	Costes indirectos mantenimiento instalaciones prod	Costes indirectos mantenimiento instalaciones prod	Costes indirectos mantenimiento instalaciones prod
Horas maquina EE130004 (2.520)	1.654.666	1.657.848	1.661.030	1.665.802	1.668.984	1.672.166	1.675.348	1.680.121	1.683.302	1.686.377
Horas maquina EE130004 (5.280)	1.678.860	1.683.040	1.687.221	1.693.491	1.697.672	1.701.853	1.706.033	1.712.304	1.716.484	1.720.524
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Tabla 48.- Salida datos horas máquina vs mantenimiento instalaciones EE130004 Caso 4

Total costes (incluyendo del periodo): EE130004



Las etiquetas de barras muestran el rango de prueba de cada variable de entrada

Guardar estilo de gráfico

Restablecer estilo de gráfico

Variable de entrada	Total costes (incluyendo del periodo): EE130004				Entrada			
	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango	Explicación de variación ¹	Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base	
h mod EE130004	1.599.109	1.804.359	205.250	76,68%	4.950	9.950	6.950	
h mod EE150001	1.722.327	1.653.201	69.127	85,37%	28.200	53.200	40.200	
Costes indirectos mantenimiento instalaciones productivas	1.652.294	1.714.332	62.038	92,38%	438.648	838.648	638.648	
Horas maquina EE130004	1.683.313	1.718.799	35.486	94,67%	2.520	3.520	2.520	
Costes indirectos moi producción	1.669.214	1.698.352	29.138	96,22%	338.502	648.502	488.502	
Horas maquina EE100007	1.699.084	1.670.999	28.085	97,65%	3.600	7.600	5.600	
h mod EE100007	1.697.918	1.670.558	27.361	99,01%	11.800	21.800	16.800	
Horas maquina EE150001	1.690.681	1.670.999	19.683	99,72%	5.184	8.184	6.184	
h mod EE150002	1.686.074	1.678.009	8.065	99,84%	5.472	8.472	6.472	
Horas maquina EE150002	1.683.313	1.676.799	6.514	99,91%	1.944	2.944	1.944	
h mod EE110001	1.686.074	1.680.626	5.448	99,97%	2.520	4.520	3.520	
Numero ordenes trabajo EE130004	1.681.735	1.685.298	3.563	99,99%	189	314	239	
Numero ordenes trabajo	1.684.135	1.682.280	1.855	100,00%	216	341	266	
Número órdenes trabajo EE100007	1.683.709	1.682.601	1.108	100,00%	117	192	142	
Numero ordenes trabajo EE150002	1.683.468	1.683.163	305	100,00%	36	56	46	
Numero ordenes trabajo EE110001	1.683.313	1.683.283	30	100,00%	5	7	5	

¹a explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado

Rango de prueba

Puntos de prueba

Personalizar rangos de prueba por variable

Mostrar variables superiores

Caso base de las variables de Crystal Ball

Percentiles de las variables

10% a 90%

5

Desactivado

20

Valores de mediana

Ilustración 45.- Gráfico tornado EE130004 Caso 4



Gráfico de tendencia	Costes indirectos por producción (308.502)	Costes indirectos por producción (318.502)	Costes indirectos por producción (328.502)	Costes indirectos por producción (338.502)	Costes indirectos por producción (348.502)	Costes indirectos por producción (358.502)	Costes indirectos por producción (368.502)	Costes indirectos por producción (378.502)	Costes indirectos por producción (388.502)	Costes indirectos por producción (398.502)	Costes indirectos por producción (408.502)	Costes indirectos por producción (418.502)	Costes indirectos por producción (428.502)
Gráfico de superposición													
Gráfico de previsión													
h mod EE150001 (25.200)	3.458.913	3.458.913	3.463.292	3.463.292	3.467.671	3.467.671	3.472.049	3.472.049	3.472.049	3.476.428	3.476.428	3.480.807	3.480.807
h mod EE150001 (26.200)	3.458.913	3.458.913	3.463.292	3.463.292	3.467.671	3.467.671	3.472.049	3.472.049	3.472.049	3.476.428	3.476.428	3.480.807	3.480.807
h mod EE150001 (27.200)	3.492.874	3.492.874	3.497.349	3.497.349	3.501.824	3.501.824	3.506.299	3.506.299	3.506.299	3.510.774	3.510.774	3.515.248	3.515.248
h mod EE150001 (28.200)	3.492.874	3.492.874	3.497.349	3.497.349	3.501.824	3.501.824	3.506.299	3.506.299	3.506.299	3.510.774	3.510.774	3.515.248	3.515.248
h mod EE150001 (29.200)	3.526.203	3.526.203	3.530.770	3.530.770	3.535.338	3.535.338	3.539.906	3.539.906	3.539.906	3.544.473	3.544.473	3.549.041	3.549.041
h mod EE150001 (30.200)	3.526.203	3.526.203	3.530.770	3.530.770	3.535.338	3.535.338	3.539.906	3.539.906	3.539.906	3.544.473	3.544.473	3.549.041	3.549.041
h mod EE150001 (31.200)	3.526.203	3.526.203	3.530.770	3.530.770	3.535.338	3.535.338	3.539.906	3.539.906	3.539.906	3.544.473	3.544.473	3.549.041	3.549.041
h mod EE150001 (32.200)	3.558.930	3.558.930	3.563.587	3.563.587	3.568.245	3.568.245	3.572.902	3.572.902	3.572.902	3.577.559	3.577.559	3.582.217	3.582.217
h mod EE150001 (33.200)	3.558.930	3.558.930	3.563.587	3.563.587	3.568.245	3.568.245	3.572.902	3.572.902	3.572.902	3.577.559	3.577.559	3.582.217	3.582.217
h mod EE150001 (34.200)	3.591.085	3.591.085	3.595.829	3.595.829	3.600.573	3.600.573	3.605.317	3.605.317	3.605.317	3.610.061	3.610.061	3.614.805	3.614.805
h mod EE150001 (35.200)	3.591.085	3.591.085	3.595.829	3.595.829	3.600.573	3.600.573	3.605.317	3.605.317	3.605.317	3.610.061	3.610.061	3.614.805	3.614.805
h mod EE150001 (36.200)	3.591.085	3.591.085	3.595.829	3.595.829	3.600.573	3.600.573	3.605.317	3.605.317	3.605.317	3.610.061	3.610.061	3.614.805	3.614.805
h mod EE150001 (37.200)	3.622.695	3.622.695	3.627.523	3.627.523	3.632.351	3.632.351	3.637.180	3.637.180	3.637.180	3.642.008	3.642.008	3.646.836	3.646.836
h mod EE150001 (38.200)	3.622.695	3.622.695	3.627.523	3.627.523	3.632.351	3.632.351	3.637.180	3.637.180	3.637.180	3.642.008	3.642.008	3.646.836	3.646.836
h mod EE150001 (39.200)	3.653.786	3.653.786	3.658.696	3.658.696	3.663.605	3.663.605	3.668.515	3.668.515	3.668.515	3.673.425	3.673.425	3.678.334	3.678.334
h mod EE150001 (40.200)	3.653.786	3.653.786	3.658.696	3.658.696	3.663.605	3.663.605	3.668.515	3.668.515	3.668.515	3.673.425	3.673.425	3.678.334	3.678.334
h mod EE150001 (41.200)	3.684.383	3.684.383	3.689.371	3.689.371	3.694.360	3.694.360	3.699.348	3.699.348	3.699.348	3.704.336	3.704.336	3.709.325	3.709.325
h mod EE150001 (42.200)	3.684.383	3.684.383	3.689.371	3.689.371	3.694.360	3.694.360	3.699.348	3.699.348	3.699.348	3.704.336	3.704.336	3.709.325	3.709.325
h mod EE150001 (43.200)	3.684.383	3.684.383	3.689.371	3.689.371	3.694.360	3.694.360	3.699.348	3.699.348	3.699.348	3.704.336	3.704.336	3.709.325	3.709.325
h mod EE150001 (44.200)	3.714.507	3.714.507	3.719.572	3.719.572	3.724.637	3.724.637	3.729.702	3.729.702	3.729.702	3.734.766	3.734.766	3.739.831	3.739.831
h mod EE150001 (45.200)	3.714.507	3.714.507	3.719.572	3.719.572	3.724.637	3.724.637	3.729.702	3.729.702	3.729.702	3.734.766	3.734.766	3.739.831	3.739.831
h mod EE150001 (46.200)	3.744.180	3.744.180	3.749.319	3.749.319	3.754.458	3.754.458	3.759.597	3.759.597	3.759.597	3.764.736	3.764.736	3.769.875	3.769.875
h mod EE150001 (47.200)	3.744.180	3.744.180	3.749.319	3.749.319	3.754.458	3.754.458	3.759.597	3.759.597	3.759.597	3.764.736	3.764.736	3.769.875	3.769.875
h mod EE150001 (48.200)	3.744.180	3.744.180	3.749.319	3.749.319	3.754.458	3.754.458	3.759.597	3.759.597	3.759.597	3.764.736	3.764.736	3.769.875	3.769.875
h mod EE150001 (49.200)	3.773.423	3.773.423	3.778.634	3.778.634	3.783.844	3.783.844	3.789.055	3.789.055	3.789.055	3.794.266	3.794.266	3.799.477	3.799.477
h mod EE150001 (50.200)	3.773.423	3.773.423	3.778.634	3.778.634	3.783.844	3.783.844	3.789.055	3.789.055	3.789.055	3.794.266	3.794.266	3.799.477	3.799.477
h mod EE150001 (51.200)	3.802.253	3.802.253	3.807.534	3.807.534	3.812.814	3.812.814	3.818.095	3.818.095	3.818.095	3.823.376	3.823.376	3.828.657	3.828.657
h mod EE150001 (52.200)	3.802.253	3.802.253	3.807.534	3.807.534	3.812.814	3.812.814	3.818.095	3.818.095	3.818.095	3.823.376	3.823.376	3.828.657	3.828.657
h mod EE150001 (53.200)	3.802.253	3.802.253	3.807.534	3.807.534	3.812.814	3.812.814	3.818.095	3.818.095	3.818.095	3.823.376	3.823.376	3.828.657	3.828.657
h mod EE150001 (54.200)	3.830.689	3.830.689	3.836.038	3.836.038	3.841.386	3.841.386	3.846.735	3.846.735	3.846.735	3.852.084	3.852.084	3.857.432	3.857.432
h mod EE150001 (55.200)	3.830.689	3.830.689	3.836.038	3.836.038	3.841.386	3.841.386	3.846.735	3.846.735	3.846.735	3.852.084	3.852.084	3.857.432	3.857.432
h mod EE150001 (56.700)	3.847.568	3.847.568	3.852.957	3.852.957	3.858.345	3.858.345	3.863.734	3.863.734	3.863.734	3.869.122	3.869.122	3.874.510	3.874.510
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13



Gráfico de tendencia	Gráfico de superposición	Gráfico de previsión		Costes indirectos por producción (438.502)	Costes indirectos por producción (448.502)	Costes indirectos por producción (458.502)	Costes indirectos por producción (468.502)	Costes indirectos por producción (478.502)	Costes indirectos por producción (488.502)	Costes indirectos por producción (498.502)	Costes indirectos por producción (518.502)	Costes indirectos por producción (528.502)	Costes indirectos por producción (538.502)	Costes indirectos por producción (548.502)	Costes indirectos por producción (558.502)	Costes indirectos por producción (568.502)
h mod EE150001 (25.200)				3.480.807	3.485.186	3.485.186	3.489.565	3.489.565	3.493.943	3.493.943	3.493.943	3.498.322	3.498.322	3.502.701	3.502.701	3.502.701
h mod EE150001 (26.200)				3.480.807	3.485.186	3.485.186	3.489.565	3.489.565	3.493.943	3.493.943	3.493.943	3.498.322	3.498.322	3.502.701	3.502.701	3.502.701
h mod EE150001 (27.200)				3.515.248	3.519.723	3.519.723	3.524.198	3.524.198	3.528.673	3.528.673	3.528.673	3.533.148	3.533.148	3.537.622	3.537.622	3.537.622
h mod EE150001 (28.200)				3.515.248	3.519.723	3.519.723	3.524.198	3.524.198	3.528.673	3.528.673	3.528.673	3.533.148	3.533.148	3.537.622	3.537.622	3.537.622
h mod EE150001 (29.200)				3.549.041	3.553.608	3.553.608	3.558.176	3.558.176	3.562.744	3.562.744	3.562.744	3.567.311	3.567.311	3.571.879	3.571.879	3.571.879
h mod EE150001 (30.200)				3.549.041	3.553.608	3.553.608	3.558.176	3.558.176	3.562.744	3.562.744	3.562.744	3.567.311	3.567.311	3.571.879	3.571.879	3.571.879
h mod EE150001 (31.200)				3.549.041	3.553.608	3.553.608	3.558.176	3.558.176	3.562.744	3.562.744	3.562.744	3.567.311	3.567.311	3.571.879	3.571.879	3.571.879
h mod EE150001 (32.200)				3.582.217	3.586.874	3.586.874	3.591.531	3.591.531	3.596.188	3.596.188	3.596.188	3.600.846	3.600.846	3.605.503	3.605.503	3.605.503
h mod EE150001 (33.200)				3.582.217	3.586.874	3.586.874	3.591.531	3.591.531	3.596.188	3.596.188	3.596.188	3.600.846	3.600.846	3.605.503	3.605.503	3.605.503
h mod EE150001 (34.200)				3.614.805	3.619.550	3.619.550	3.624.294	3.624.294	3.629.038	3.629.038	3.629.038	3.633.782	3.633.782	3.638.526	3.638.526	3.638.526
h mod EE150001 (35.200)				3.614.805	3.619.550	3.619.550	3.624.294	3.624.294	3.629.038	3.629.038	3.629.038	3.633.782	3.633.782	3.638.526	3.638.526	3.638.526
h mod EE150001 (36.200)				3.614.805	3.619.550	3.619.550	3.624.294	3.624.294	3.629.038	3.629.038	3.629.038	3.633.782	3.633.782	3.638.526	3.638.526	3.638.526
h mod EE150001 (37.200)				3.646.836	3.651.664	3.651.664	3.656.492	3.656.492	3.661.320	3.661.320	3.661.320	3.666.148	3.666.148	3.670.977	3.670.977	3.670.977
h mod EE150001 (38.200)				3.646.836	3.651.664	3.651.664	3.656.492	3.656.492	3.661.320	3.661.320	3.661.320	3.666.148	3.666.148	3.670.977	3.670.977	3.670.977
h mod EE150001 (39.200)				3.678.334	3.683.244	3.683.244	3.688.153	3.688.153	3.693.063	3.693.063	3.693.063	3.697.972	3.697.972	3.702.882	3.702.882	3.702.882
h mod EE150001 (40.200)				3.678.334	3.683.244	3.683.244	3.688.153	3.688.153	3.693.063	3.693.063	3.693.063	3.697.972	3.697.972	3.702.882	3.702.882	3.702.882
h mod EE150001 (41.200)				3.709.325	3.714.313	3.714.313	3.719.302	3.719.302	3.724.290	3.724.290	3.724.290	3.729.278	3.729.278	3.734.267	3.734.267	3.734.267
h mod EE150001 (42.200)				3.709.325	3.714.313	3.714.313	3.719.302	3.719.302	3.724.290	3.724.290	3.724.290	3.729.278	3.729.278	3.734.267	3.734.267	3.734.267
h mod EE150001 (43.200)				3.709.325	3.714.313	3.714.313	3.719.302	3.719.302	3.724.290	3.724.290	3.724.290	3.729.278	3.729.278	3.734.267	3.734.267	3.734.267
h mod EE150001 (44.200)				3.739.831	3.744.896	3.744.896	3.749.961	3.749.961	3.755.026	3.755.026	3.755.026	3.760.091	3.760.091	3.765.155	3.765.155	3.765.155
h mod EE150001 (45.200)				3.739.831	3.744.896	3.744.896	3.749.961	3.749.961	3.755.026	3.755.026	3.755.026	3.760.091	3.760.091	3.765.155	3.765.155	3.765.155
h mod EE150001 (46.200)				3.769.875	3.775.014	3.775.014	3.780.153	3.780.153	3.785.292	3.785.292	3.785.292	3.790.431	3.790.431	3.795.570	3.795.570	3.795.570
h mod EE150001 (47.200)				3.769.875	3.775.014	3.775.014	3.780.153	3.780.153	3.785.292	3.785.292	3.785.292	3.790.431	3.790.431	3.795.570	3.795.570	3.795.570
h mod EE150001 (48.200)				3.769.875	3.775.014	3.775.014	3.780.153	3.780.153	3.785.292	3.785.292	3.785.292	3.790.431	3.790.431	3.795.570	3.795.570	3.795.570
h mod EE150001 (49.200)				3.799.477	3.804.688	3.804.688	3.809.899	3.809.899	3.815.110	3.815.110	3.815.110	3.820.321	3.820.321	3.825.532	3.825.532	3.825.532
h mod EE150001 (50.200)				3.799.477	3.804.688	3.804.688	3.809.899	3.809.899	3.815.110	3.815.110	3.815.110	3.820.321	3.820.321	3.825.532	3.825.532	3.825.532
h mod EE150001 (51.200)				3.828.657	3.833.938	3.833.938	3.839.219	3.839.219	3.844.499	3.844.499	3.844.499	3.849.780	3.849.780	3.855.061	3.855.061	3.855.061
h mod EE150001 (52.200)				3.828.657	3.833.938	3.833.938	3.839.219	3.839.219	3.844.499	3.844.499	3.844.499	3.849.780	3.849.780	3.855.061	3.855.061	3.855.061
h mod EE150001 (53.200)				3.828.657	3.833.938	3.833.938	3.839.219	3.839.219	3.844.499	3.844.499	3.844.499	3.849.780	3.849.780	3.855.061	3.855.061	3.855.061
h mod EE150001 (54.200)				3.857.432	3.862.781	3.862.781	3.868.130	3.868.130	3.873.478	3.873.478	3.873.478	3.878.827	3.878.827	3.884.176	3.884.176	3.884.176
h mod EE150001 (55.200)				3.857.432	3.862.781	3.862.781	3.868.130	3.868.130	3.873.478	3.873.478	3.873.478	3.878.827	3.878.827	3.884.176	3.884.176	3.884.176
h mod EE150001 (56.700)				3.874.510	3.879.899	3.879.899	3.885.287	3.885.287	3.890.676	3.890.676	3.890.676	3.896.064	3.896.064	3.901.453	3.901.453	3.901.453
				14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26

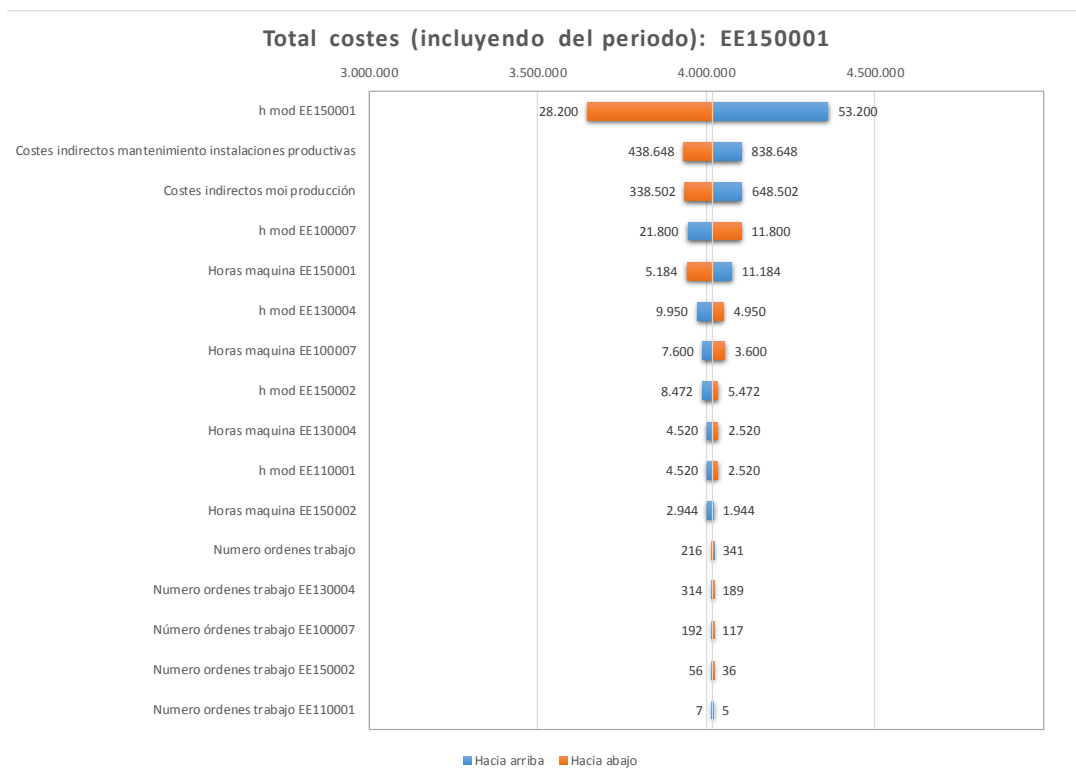
SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

Gráfico de tendencia	Costes indirectos por producción (578.502)	Costes indirectos por producción (588.502)	Costes indirectos por producción (598.502)	Costes indirectos por producción (608.502)	Costes indirectos por producción (618.502)	Costes indirectos por producción (628.502)	Costes indirectos por producción (638.502)	Costes indirectos por producción (648.502)	Costes indirectos por producción (658.502)	Costes indirectos por producción (668.502)	Costes indirectos por producción (678.502)	Costes indirectos por producción (687.753)	
Gráfico de superposición													
Gráfico de previsión													
h mod EE150001 (25.200)	3.507.080	3.507.080	3.511.459	3.511.459	3.515.837	3.515.837	3.515.837	3.520.216	3.520.216	3.524.595	3.524.595	3.524.595	1
h mod EE150001 (26.200)	3.507.080	3.507.080	3.511.459	3.511.459	3.515.837	3.515.837	3.515.837	3.520.216	3.520.216	3.524.595	3.524.595	3.524.595	2
h mod EE150001 (27.200)	3.542.097	3.542.097	3.546.572	3.546.572	3.551.047	3.551.047	3.551.047	3.555.522	3.555.522	3.559.996	3.559.996	3.559.996	3
h mod EE150001 (28.200)	3.542.097	3.542.097	3.546.572	3.546.572	3.551.047	3.551.047	3.551.047	3.555.522	3.555.522	3.559.996	3.559.996	3.559.996	4
h mod EE150001 (29.200)	3.576.446	3.576.446	3.581.014	3.581.014	3.585.582	3.585.582	3.585.582	3.590.149	3.590.149	3.594.717	3.594.717	3.594.717	5
h mod EE150001 (30.200)	3.576.446	3.576.446	3.581.014	3.581.014	3.585.582	3.585.582	3.585.582	3.590.149	3.590.149	3.594.717	3.594.717	3.594.717	6
h mod EE150001 (31.200)	3.576.446	3.576.446	3.581.014	3.581.014	3.585.582	3.585.582	3.585.582	3.590.149	3.590.149	3.594.717	3.594.717	3.594.717	7
h mod EE150001 (32.200)	3.610.160	3.610.160	3.614.818	3.614.818	3.619.475	3.619.475	3.619.475	3.624.132	3.624.132	3.628.790	3.628.790	3.628.790	8
h mod EE150001 (33.200)	3.610.160	3.610.160	3.614.818	3.614.818	3.619.475	3.619.475	3.619.475	3.624.132	3.624.132	3.628.790	3.628.790	3.628.790	9
h mod EE150001 (34.200)	3.643.270	3.643.270	3.648.014	3.648.014	3.652.758	3.652.758	3.652.758	3.657.502	3.657.502	3.662.247	3.662.247	3.662.247	10
h mod EE150001 (35.200)	3.643.270	3.643.270	3.648.014	3.648.014	3.652.758	3.652.758	3.652.758	3.657.502	3.657.502	3.662.247	3.662.247	3.662.247	11
h mod EE150001 (36.200)	3.643.270	3.643.270	3.648.014	3.648.014	3.652.758	3.652.758	3.652.758	3.657.502	3.657.502	3.662.247	3.662.247	3.662.247	12
h mod EE150001 (37.200)	3.675.805	3.675.805	3.680.633	3.680.633	3.685.461	3.685.461	3.685.461	3.690.289	3.690.289	3.695.117	3.695.117	3.695.117	13
h mod EE150001 (38.200)	3.675.805	3.675.805	3.680.633	3.680.633	3.685.461	3.685.461	3.685.461	3.690.289	3.690.289	3.695.117	3.695.117	3.695.117	14
h mod EE150001 (39.200)	3.707.791	3.707.791	3.712.701	3.712.701	3.717.610	3.717.610	3.717.610	3.722.520	3.722.520	3.727.429	3.727.429	3.727.429	15
h mod EE150001 (40.200)	3.707.791	3.707.791	3.712.701	3.712.701	3.717.610	3.717.610	3.717.610	3.722.520	3.722.520	3.727.429	3.727.429	3.727.429	16
h mod EE150001 (41.200)	3.739.255	3.739.255	3.744.243	3.744.243	3.749.232	3.749.232	3.749.232	3.754.220	3.754.220	3.759.209	3.759.209	3.759.209	17
h mod EE150001 (42.200)	3.739.255	3.739.255	3.744.243	3.744.243	3.749.232	3.749.232	3.749.232	3.754.220	3.754.220	3.759.209	3.759.209	3.759.209	18
h mod EE150001 (43.200)	3.739.255	3.739.255	3.744.243	3.744.243	3.749.232	3.749.232	3.749.232	3.754.220	3.754.220	3.759.209	3.759.209	3.759.209	19
h mod EE150001 (44.200)	3.770.220	3.770.220	3.775.285	3.775.285	3.780.350	3.780.350	3.780.350	3.785.415	3.785.415	3.790.480	3.790.480	3.790.480	20
h mod EE150001 (45.200)	3.770.220	3.770.220	3.775.285	3.775.285	3.780.350	3.780.350	3.780.350	3.785.415	3.785.415	3.790.480	3.790.480	3.790.480	21
h mod EE150001 (46.200)	3.800.709	3.800.709	3.805.848	3.805.848	3.810.987	3.810.987	3.810.987	3.816.126	3.816.126	3.821.265	3.821.265	3.821.265	22
h mod EE150001 (47.200)	3.800.709	3.800.709	3.805.848	3.805.848	3.810.987	3.810.987	3.810.987	3.816.126	3.816.126	3.821.265	3.821.265	3.821.265	23
h mod EE150001 (48.200)	3.800.709	3.800.709	3.805.848	3.805.848	3.810.987	3.810.987	3.810.987	3.816.126	3.816.126	3.821.265	3.821.265	3.821.265	24
h mod EE150001 (49.200)	3.830.743	3.830.743	3.835.954	3.835.954	3.841.165	3.841.165	3.841.165	3.846.376	3.846.376	3.851.587	3.851.587	3.851.587	25
h mod EE150001 (50.200)	3.830.743	3.830.743	3.835.954	3.835.954	3.841.165	3.841.165	3.841.165	3.846.376	3.846.376	3.851.587	3.851.587	3.851.587	26
h mod EE150001 (51.200)	3.860.342	3.860.342	3.865.623	3.865.623	3.870.903	3.870.903	3.870.903	3.876.184	3.876.184	3.881.465	3.881.465	3.881.465	27
h mod EE150001 (52.200)	3.860.342	3.860.342	3.865.623	3.865.623	3.870.903	3.870.903	3.870.903	3.876.184	3.876.184	3.881.465	3.881.465	3.881.465	28
h mod EE150001 (53.200)	3.860.342	3.860.342	3.865.623	3.865.623	3.870.903	3.870.903	3.870.903	3.876.184	3.876.184	3.881.465	3.881.465	3.881.465	29
h mod EE150001 (54.200)	3.889.524	3.889.524	3.894.873	3.894.873	3.900.222	3.900.222	3.900.222	3.905.570	3.905.570	3.910.919	3.910.919	3.910.919	30
h mod EE150001 (55.200)	3.889.524	3.889.524	3.894.873	3.894.873	3.900.222	3.900.222	3.900.222	3.905.570	3.905.570	3.910.919	3.910.919	3.910.919	31
h mod EE150001 (56.700)	3.906.841	3.906.841	3.912.230	3.912.230	3.917.618	3.917.618	3.917.618	3.923.007	3.923.007	3.928.395	3.928.395	3.928.395	32
	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	

Tabla 49.- Salida datos m.o.d. vs m.o.i producción EE150001 Caso 4

Gráfico de tendencia Gráfico de superposición Gráfico de previsión	Costes indirectos mantenimiento instalacion	Costes indirectos mantenimiento instalacion	Costes indirectos mantenimiento instalacion	Costes indirectos mantenimiento instalacion	Costes indirectos mantenimiento instalacion	Costes indirectos mantenimiento instalacion	Costes indirectos mantenimiento instalacion	Costes indirectos mantenimiento instalacion	Costes indirectos mantenimiento instalacion	Costes indirectos mantenimiento instalacion	Costes indirectos mantenimiento instalacion	
Horas maquina EE150001 (5.184)	3.801.490	3.807.865	3.814.240	3.823.802	3.830.177	3.836.552	3.842.926	3.852.489	3.858.864	3.865.023		1
Horas maquina EE150001 (6.184)	3.801.490	3.807.865	3.814.240	3.823.802	3.830.177	3.836.552	3.842.926	3.852.489	3.858.864	3.865.023		2
Horas maquina EE150001 (7.184)	3.820.608	3.827.772	3.834.936	3.845.682	3.852.846	3.860.010	3.867.174	3.877.920	3.885.084	3.892.006		3
Horas maquina EE150001 (8.184)	3.820.608	3.827.772	3.834.936	3.845.682	3.852.846	3.860.010	3.867.174	3.877.920	3.885.084	3.892.006		4
Horas maquina EE150001 (9.184)	3.837.632	3.845.499	3.853.365	3.865.166	3.873.033	3.880.899	3.888.766	3.900.567	3.908.433	3.916.034		5
Horas maquina EE150001 (10.184)	3.837.632	3.845.499	3.853.365	3.865.166	3.873.033	3.880.899	3.888.766	3.900.567	3.908.433	3.916.034		6
Horas maquina EE150001 (11.184)	3.846.859	3.855.107	3.863.355	3.875.726	3.883.974	3.892.222	3.900.470	3.912.841	3.921.089	3.929.058		7
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		

Tabla 50.- Salida datos horas máquina vs mantenimiento instalaciones EE150001 Caso 4



Las etiquetas de barras muestran el rango de prueba de cada variable de entrada

Guardar estilo de gráfico

Restablecer estilo de gráfico

Variable de entrada	Total costes (incluyendo del periodo): EE150001				Entrada		
	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango	Explicación de variación ¹	Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
h mod EE150001	3.648.327	4.361.917	713.591	81,61%	28.200	53.200	40.200
Costes indirectos mantenimiento instalaciones productivas	3.934.135	4.104.210	170.075	86,24%	438.648	838.648	638.648
Costes indirectos moi producción	3.937.622	4.106.159	168.538	90,80%	338.502	648.502	488.502
h mod EE100007	4.103.653	3.945.393	158.260	94,81%	11.800	21.800	16.800
Horas maquina EE150001	3.942.288	4.075.321	133.033	97,65%	5.184	11.184	8.184
h mod EE130004	4.051.555	3.973.754	77.801	98,62%	4.950	9.950	6.950
Horas maquina EE100007	4.054.888	3.990.180	64.708	99,29%	3.600	7.600	5.600
h mod EE150002	4.035.142	3.988.495	46.647	99,64%	5.472	8.472	6.472
Horas maquina EE130004	4.036.051	4.003.960	32.091	99,80%	2.520	4.520	3.520
h mod EE110001	4.035.142	4.003.629	31.513	99,96%	2.520	4.520	3.520
Horas maquina EE150002	4.019.172	4.003.960	15.212	100,00%	1.944	2.944	1.944
Numero ordenes trabajo	4.017.687	4.021.040	3.353	100,00%	216	341	266
Numero ordenes trabajo EE130004	4.020.087	4.018.022	2.065	100,00%	189	314	239
Número órdenes trabajo EE100007	4.019.613	4.018.380	1.233	100,00%	117	192	142
Numero ordenes trabajo EE150002	4.019.344	4.019.005	340	100,00%	36	56	46
Numero ordenes trabajo EE110001	4.019.172	4.019.138	34	100,00%	5	7	5

¹a explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado

Rango de prueba

Puntos de prueba

Personalizar rangos de prueba por variable

Mostrar variables superiores

Caso base de las variables de Crystal Ball

Percentiles de las variables

10% a 90%

5

Desactivado

20

Valores de mediana

Ilustración 46.- Gráfico tornado EE150001 Caso 4

Gráfico de tendencia	Gráfico de superposición	Gráfico de previsión	Costes indirectos moi producción (308.502)	Costes indirectos moi producción (318.502)	Costes indirectos moi producción (328.502)	Costes indirectos moi producción (338.502)	Costes indirectos moi producción (348.502)	Costes indirectos moi producción (358.502)	Costes indirectos moi producción (368.502)	Costes indirectos moi producción (378.502)	Costes indirectos moi producción (388.502)	Costes indirectos moi producción (398.502)	Costes indirectos moi producción (408.502)	Costes indirectos moi producción (418.502)	Costes indirectos moi producción (428.502)
h mod EE150002 (5.472)			832.853	832.853	833.639	833.639	834.426	834.426	835.213	835.213	835.213	836.000	836.000	836.787	836.787
h mod EE150002 (6.472)			832.853	832.853	833.639	833.639	834.426	834.426	835.213	835.213	835.213	836.000	836.000	836.787	836.787
h mod EE150002 (7.472)			873.594	873.594	874.512	874.512	875.429	875.429	876.347	876.347	876.347	877.264	877.264	878.182	878.182
h mod EE150002 (8.472)			873.594	873.594	874.512	874.512	875.429	875.429	876.347	876.347	876.347	877.264	877.264	878.182	878.182
h mod EE150002 (10.472)			913.619	913.619	914.664	914.664	915.708	915.708	916.753	916.753	916.753	917.797	917.797	918.842	918.842
h mod EE150002 (11.472)			913.619	913.619	914.664	914.664	915.708	915.708	916.753	916.753	916.753	917.797	917.797	918.842	918.842
h mod EE150002 (12.312)			942.638	942.638	943.773	943.773	944.909	944.909	946.045	946.045	946.045	947.180	947.180	948.316	948.316
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

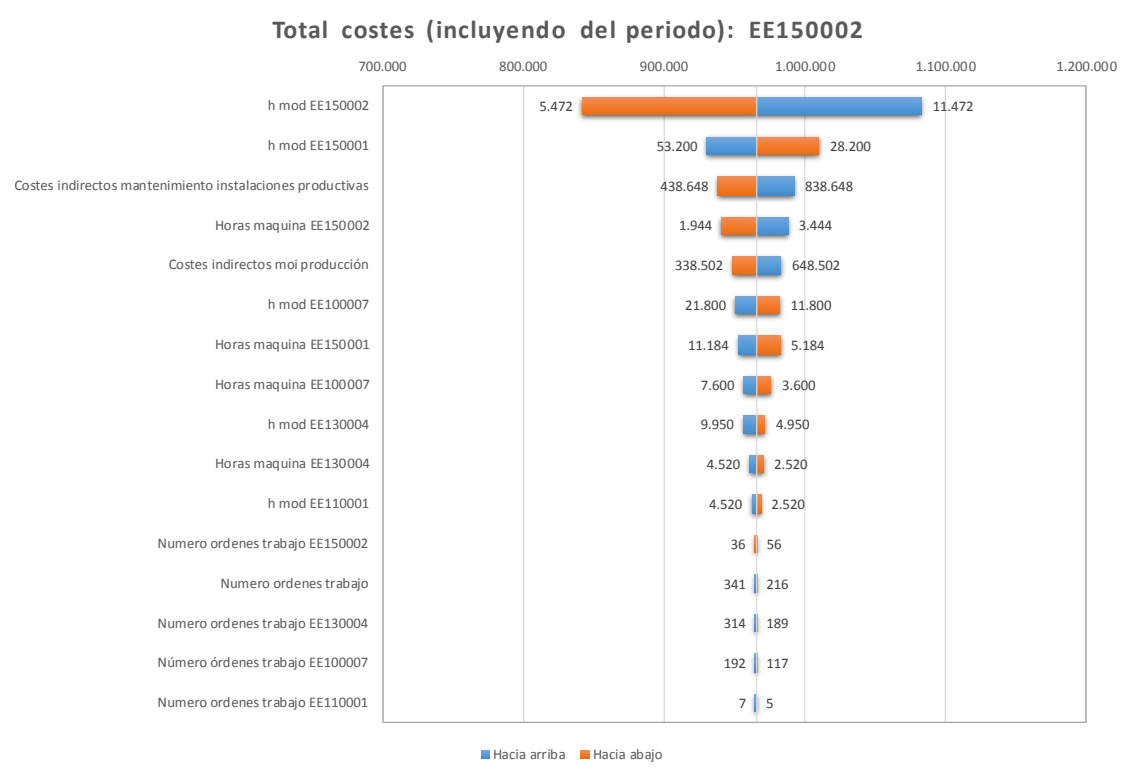
Gráfico de tendencia	Gráfico de superposición	Gráfico de previsión	Costes indirectos moi producción (438.502)	Costes indirectos moi producción (448.502)	Costes indirectos moi producción (458.502)	Costes indirectos moi producción (468.502)	Costes indirectos moi producción (478.502)	Costes indirectos moi producción (488.502)	Costes indirectos moi producción (498.502)	Costes indirectos moi producción (518.502)	Costes indirectos moi producción (528.502)	Costes indirectos moi producción (538.502)	Costes indirectos moi producción (548.502)	Costes indirectos moi producción (558.502)	Costes indirectos moi producción (568.502)
h mod EE150002 (5.472)			836.787	837.574	837.574	838.361	838.361	839.147	839.147	839.147	839.934	839.934	840.721	840.721	840.721
h mod EE150002 (6.472)			836.787	837.574	837.574	838.361	838.361	839.147	839.147	839.147	839.934	839.934	840.721	840.721	840.721
h mod EE150002 (7.472)			878.182	879.099	879.099	880.016	880.016	880.934	880.934	880.934	881.851	881.851	882.769	882.769	882.769
h mod EE150002 (8.472)			878.182	879.099	879.099	880.016	880.016	880.934	880.934	880.934	881.851	881.851	882.769	882.769	882.769
h mod EE150002 (10.472)			918.842	919.886	919.886	920.930	920.930	921.975	921.975	921.975	923.019	923.019	924.064	924.064	924.064
h mod EE150002 (11.472)			918.842	919.886	919.886	920.930	920.930	921.975	921.975	921.975	923.019	923.019	924.064	924.064	924.064
h mod EE150002 (12.312)			948.316	949.452	949.452	950.587	950.587	951.723	951.723	951.723	952.858	952.858	953.994	953.994	953.994
			14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26

Gráfico de tendencia															
Gráfico de superposición															
Gráfico de previsión															

Tabla 51.- Salida datos m.o.d. vs m.o.i producción EE150002 Caso 4

Gráfico de tendencia	Gráfico de superposición	Gráfico de previsión	Costes indirectos mantenimiento instalación	Costes indirectos mantenimiento instalación	Costes indirectos mantenimiento instalación	Costes indirectos mantenimiento instalación	Costes indirectos mantenimiento instalación	Costes indirectos mantenimiento instalación	Costes indirectos mantenimiento instalación	Costes indirectos mantenimiento instalación	Costes indirectos mantenimiento instalación	Costes indirectos mantenimiento instalación	Costes indirectos mantenimiento instalación	
Horas maquina EE150002 (1.944)	915.091	917.177	919.263	922.392	924.478	926.563	928.649	931.778	933.864	935.879				1
Horas maquina EE150002 (4.041)	931.876	934.654	937.433	941.601	944.380	947.159	949.938	954.106	956.884	959.569				2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				

Tabla 52.- Salida datos horas máquina vs mantenimiento instalaciones EE150002 Caso 4



Las etiquetas de barras muestran el rango de prueba de cada variable de entrada

Guardar estilo de gráfico

Restablecer estilo de gráfico

Variable de entrada	Total costes (incluyendo del periodo): EE150002				Entrada		
	Explicación de						
	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango	variación ¹	Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
h mod EE150002	842.178	1.083.524	241.346	79,15%	5.472	11.472	8.472
h mod EE150001	1.010.684	930.890	79.794	87,80%	28.200	53.200	40.200
Costes indirectos mantenimiento instalaciones productivas	938.884	992.769	53.885	91,74%	438.648	838.648	638.648
Horas maquina EE150002	941.402	988.485	47.083	94,76%	1.944	3.444	2.694
Costes indirectos moi producción	949.093	983.676	34.583	96,38%	338.502	648.502	488.502
h mod EE100007	982.673	951.061	31.611	97,74%	11.800	21.800	16.800
Horas maquina EE150001	983.050	953.097	29.954	98,96%	5.184	11.184	8.184
Horas maquina EE100007	976.671	956.954	19.717	99,49%	3.600	7.600	5.600
h mod EE130004	972.292	956.743	15.549	99,81%	4.950	9.950	6.950
Horas maquina EE130004	970.963	961.179	9.784	99,94%	2.520	4.520	3.520
h mod EE110001	969.016	962.720	6.296	100,00%	2.520	4.520	3.520
Numero ordenes trabajo EE150002	965.404	966.237	833	100,00%	36	56	46
Numero ordenes trabajo	965.985	965.628	357	100,00%	216	341	266
Numero ordenes trabajo EE130004	965.985	965.628	357	100,00%	189	314	239
Número órdenes trabajo EE100007	965.903	965.690	213	100,00%	117	192	142
Numero ordenes trabajo EE110001	965.827	965.821	6	100,00%	5	7	5

¹a explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:

Método de Tornado

Rango de prueba

Puntos de prueba

Personalizar rangos de prueba por variable

Mostrar variables superiores

Caso base de las variables de Crystal Ball

Percentiles de las variables

10% a 90%

5

Desactivado

20

Valores de mediana

Ilustración 47.- Gráfico tornado EE150002 Caso 4



ANEXO A.2 – TABLA RESUMEN ASIGNACIÓN DE COSTES AL BUQUE

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
 DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ACTIVIDADES					CODIGO ACTIVIDAD	Tipos de costes generados			Unidades control	Reparto costes indirectos a actividades		Reparto costes indirectos a productos	
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5		Directos al proyecto	Unidades control	Indirectos al proyecto		Generador coste	Base de reparto	Generador coste	Base de reparto
Ingeniería	Anteproyectos	Todas Zonas	Arquitectura Naval	Cálculos y Planos de Arq. Naval (Formas, Estabilidad, botaduras, etc.)	IAV01	m.o.d. anteproyectos Subcontratación	- Horas/€ - €	Alquileres de equipos informáticos ingeniería Mano de obra indirecta anteproyectos Mano de obra indirecta ingeniería Licencias programas informáticos anteproyectos Consumibles (papel, tinta, material oficina) anteproyectos Electricidad, calefacción, agua Teléfono ingeniería anteproyectos Mantenimiento equipos informáticos Mobiliario oficinas Limpieza instalaciones Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento redes de suministro	- € - Horas/€ - Horas/€ - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - € - €	nº equipos sección - nº actividades ingeniería - - m2 sección - nº equipos sección número m.o.i. sección m2 sección horas actividad sección m2 ocupados sección	$k \text{ alquileres equipos informáticos ingeniería} = \frac{\sum \text{Costes alquiler equipos informáticos ingeniería}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos ingeniería}}$ $K \text{ electricidad, agua, calefacción} = \frac{\sum \text{Costes electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum m2 \text{ oficinas}}$	Nº documentos	$k_i = \frac{Coste actividad ingeniería anteproyectos}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{número de documentos anteproyectos proyecto } j}$
			Cálculos especiales	Disposiciones y planos (DG, salvamento, amarre, dique, capacidades, cama y cuna, etc.)	IAV02								
				Estudios especiales y documentos de pruebas y experiencias	IAV03								
	Ing. Básica	Zona A	Cálculos y Planos de hierros	Cálculos y Escantillonados	IBA01	m.o.d. ingeniería básica Subcontratación	- Horas/€ - €	Alquileres de equipos informáticos ingeniería Mano de obra indirecta ingeniería básica Mano de obra indirecta ingeniería Licencias programas informáticos ingeniería básica Consumibles (papel, tinta, material oficina) ingeniería básica Electricidad, calefacción, agua Teléfono ingeniería básica Mantenimiento equipos informáticos Mobiliario oficinas Limpieza instalaciones Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento redes de suministro	- € - Horas/€ - Horas/€ - € - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - € - €	nº equipos sección - nº actividades ingeniería - - m2 sección - nº equipos sección número m.o.i. sección m2 sección horas actividad sección m2 ocupados sección	$k \text{ mantenimiento equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $k \text{ m.o.i. ingeniería} = \frac{\sum \text{Costes m.o.i. ingeniería}}{\sum n^{\circ} \text{ actividades ingeniería}}$ $K \text{ limpieza instalaciones} = \frac{\sum \text{Costes limpieza instalaciones}}{\sum m2 \text{ instalaciones oficinas + talleres}}$	Nº documentos	$k_i = \frac{Coste actividad ingeniería básica}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{número de documentos básica proyecto } j}$
				Planos de hierros	IBA02								
		Zona M	Servicios	Cálculos, Filosofías y Esquemas de Servicios	IBM01								
				Disposiciones de Locales, Tuberías, etc.	IBM02								
				Cálculos y disp.de la Ventilación y HVAC	IBM03								
		Zona E	Equipo Metálico	Disposiciones de elem. de Equipo Met.	IBM04								
				Cálculos y Filosofías eléctricas. Unifilares y Diagramas de bloque ppal.	IBE01								
				Canalización inicial. Disp. previas	IBE02								
				Diagramas de conexión básicos y listados preliminares	IBE03								
		Ing. Detalle	Zona A	Bloques	Planos de Bloques y Polines estructurales								
	Maniobras y Cartillas				IDA02								
	Materiales A				IDA03								
	Zona M		Servicios	Disposiciones de tubería	IDM01								
				Elab.y Mont.de tubería, pasantes y soportes	IDM02								
				Mont.de Equip y Aparatos	IDM03								
				Disposiciones de elementos de Eq.Metálico	IDM04								
			Equipo Metálico	Elab. y Mont.de elementos de Equipo Metálico	IDM05								
				Aislamientos forrados	IDM06								
				Elaborado y montaje de la Ventilación y HVAC	IDM07								
	Zona E		Materiales M	Gestión de materiales de Equipo y Servicios	IDM08								
				Diagramas Eléctricos	IDE01								
				Canalizaciones y Disposiciones	IDE02								
				Gestión de materiales de ELA	IDE03								
			Pits (Montaje de aparatos, canalizaciones, tendidos, embornados, engrapados, pasantes, etc.)		IDE04								
Ing. Producción	Todas Zonas	Reprografía planos		IPV01	m.o.d. ingeniería de producción Subcontratación Papel	- Horas/€ - € - Nº copias/buque	Alquileres de equipos informáticos ingeniería Mano de obra indirecta ingeniería de producción Mano de obra indirecta ingeniería Licencias programas informáticos ingeniería de producción Consumibles (papel, tinta, material oficina) ingeniería de producción Electricidad, calefacción, agua Teléfono ingeniería de producción Mantenimiento equipos informáticos Mobiliario oficinas Limpieza instalaciones Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento redes de suministro	- € - Horas/€ - Horas/€ - € - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - € - €	nº equipos sección - nº actividades ingeniería - - m2 sección - nº equipos sección número m.o.i. sección m2 sección horas actividad sección m2 ocupados sección	Nº copias	$k_i = \frac{Coste actividad reprografía}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{número de copias proyecto } j}$		
		Creación bonos trabajo/órdenes de fabricación		IPV02	m.o.d.	- Horas/€				Nº órdenes trabajo	$k_i = \frac{Coste actividad apertura órdenes trabajo}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{número de órdenes de trabajo proyecto } j}$		

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ACTIVIDADES					CODIGO ACTIVIDAD	Tipos de costes generados			Unidades control	Reparto costes indirectos a actividades		Reparto costes indirectos a productos	
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5		Directos al proyecto	Unidades control	Indirectos al proyecto		Generador coste	Base de reparto	Generador coste	Base de reparto
Compras	Compras	Todas Zonas	Compras de materias primas	Elaboración de especificaciones de compra	CCV01		- Horas/€ - nº pedidos	Alquileres de equipos y licencias informáticas Mano de obra indirecta compras y subcontratación Consumibles (papel, tinta, material oficina) sección Electricidad, calefacción, agua Teléfono compras Mantenimiento equipos informáticos Mobiliario oficinas Limpieza instalaciones Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento redes de suministro	- € - Horas/€ - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - € - €	nº equipos de la sección - nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección nº líneas sección nº equipos de la sección nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección horas actividad sección m2 ocupados por la sección	$k \text{ alquileres equipos informáticos} = \frac{K \text{ material oficina} = \frac{\sum \text{Costes material oficinas compras y subcontratación}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. compras}}}{\sum \text{m2 oficinas}}$ $K \text{ electricidad, agua, calefacción} = \frac{\sum \text{Costes electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum \text{m2 oficinas}}$ $k \text{ teléfono sección} = \frac{\sum \text{Teléfono}}{\sum \text{Nº líneas secciones compras}}$ $k \text{ mantenimiento equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum \text{nº equipos informáticos}}$ $K \text{ mobiliario de oficinas} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario oficinas}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades}}$ $K \text{ mantenimiento instalaciones generales} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum \text{horas trabajo anuales actividades}}$ $K \text{ mantenimiento redes suministro} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum \text{m2 superficie ocupada actividades}}$	nº pedidos	$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ compras y subcontratación}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{Nº de pedidos emitidos } ij}$
				Petición de ofertas y negociación proveedores	CCV02								
				Emisión pedidos	CCV03								
			Compras de equipos	Elaboración de especificaciones de compra	CCV04								
				Petición de ofertas y negociación proveedores	CCV05								
				Emisión pedidos	CCV06								
			Compras de materiales servicios generales	Elaboración de especificaciones de compra	CCV07								
				Petición de ofertas y negociación proveedores	CCV08								
				Emisión pedidos	CCV09								
	Subcontratación	Todas Zonas	Subcontratación fabricación	Elaboración de especificaciones de subcontratación	CSV01		- Horas/€ - nº órdenes trabajo	Alquileres de equipos y licencias informáticas Mano de obra indirecta almacenes Consumibles (papel, tinta, material oficina) sección Electricidad, calefacción, agua Teléfono compras Mantenimiento equipos informáticos Mobiliario oficinas Limpieza instalaciones Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento redes de suministro	- € - Horas/€ - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - € - €	nº equipos de la sección - nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección nº líneas sección nº equipos de la sección nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección horas actividad sección m2 ocupados por la sección	$k \text{ alquileres equipos informáticos} = \frac{K \text{ material oficina} = \frac{\sum \text{Costes material oficinas compras y subcontratación}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. compras}}}{\sum \text{m2 oficinas}}$ $K \text{ electricidad, agua, calefacción} = \frac{\sum \text{Costes electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum \text{m2 oficinas}}$ $k \text{ teléfono sección} = \frac{\sum \text{Teléfono}}{\sum \text{Nº líneas secciones compras}}$ $k \text{ mantenimiento equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum \text{nº equipos informáticos}}$ $K \text{ mobiliario de oficinas} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario oficinas}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades}}$ $K \text{ mantenimiento instalaciones generales} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum \text{horas trabajo anuales actividades}}$ $K \text{ mantenimiento redes suministro} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum \text{m2 superficie ocupada actividades}}$	nº órdenes fabricación	$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ almacenes}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{Nº de órdenes de fabricación } ij}$
				Petición de ofertas y negociación proveedores	CSV02								
				Emisión pedidos	CSV03								
			Subcontratación servicios generales	Elaboración de especificaciones de subcontratación	CSV04								
				Petición de ofertas y negociación proveedores	CSV05								
				Emisión pedidos	CSV06								
	Almacenes	Todas Zonas	Almacén chapa y perfiles	Recepción materia prima	CAV01	m.o.d.	- Horas/€ - nº órdenes trabajo	Alquileres de equipos y licencias informáticas Mano de obra indirecta almacenes Consumibles (papel, tinta, material oficina) sección Electricidad, calefacción, agua Teléfono compras Mantenimiento equipos informáticos Mobiliario oficinas Limpieza instalaciones Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento redes de suministro	- € - Horas/€ - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - € - €	nº equipos de la sección - nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección nº líneas sección nº equipos de la sección nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección horas actividad sección m2 ocupados por la sección	$k \text{ alquileres equipos informáticos} = \frac{K \text{ material oficina} = \frac{\sum \text{Costes material oficinas compras y subcontratación}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. compras}}}{\sum \text{m2 oficinas}}$ $K \text{ electricidad, agua, calefacción} = \frac{\sum \text{Costes electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum \text{m2 oficinas}}$ $k \text{ teléfono sección} = \frac{\sum \text{Teléfono}}{\sum \text{Nº líneas secciones compras}}$ $k \text{ mantenimiento equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum \text{nº equipos informáticos}}$ $K \text{ mobiliario de oficinas} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario oficinas}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades}}$ $K \text{ mantenimiento instalaciones generales} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum \text{horas trabajo anuales actividades}}$ $K \text{ mantenimiento redes suministro} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum \text{m2 superficie ocupada actividades}}$	nº órdenes fabricación	$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ almacenes}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{Nº de órdenes de fabricación } ij}$
				Almacenamiento y conservación materia prima	CAV02	m.o.d.							
				Expedición materia prima	CAV03	m.o.d.							
			Almacén tubería	Recepción materia prima	CAV04	m.o.d.							
				Almacenamiento y conservación materia prima	CAV05	m.o.d.							
				Expedición materia prima	CAV06	m.o.d.							
			Almacén general	Recepción materiales y equipos	CAV07	m.o.d.							
				Almacenamiento y conservación materiales y equipos	CAV08	m.o.d.							
				Expedición materiales y equipos	CAV09	m.o.d.							

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ACTIVIDADES					CODIGO ACTIVIDAD	Tipos de costes generados			Unidades control	Reparto costes indirectos a actividades		Reparto costes indirectos a productos		
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5		Directos al proyecto	Unidades control	Indirectos al proyecto		Generador coste	Base de reparto	Generador coste	Base de reparto	
Calidad, prevención y medioambiente	Calidad	Todas Zonas	Calidad	Gestión del sistema ISO	QCV01				- €/Nº equipos - Horas/€ - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - € - €	nº equipos de la sección nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección nº líneas sección nº equipos de la sección nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección horas actividad sección m2 ocupados por la sección horas trabajo actividades*	k alquileres equipos informáticos = K electricidad, agua, calefacción = $\frac{\sum \text{Costes electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum m2 oficinas}$ K material oficina = $\frac{\sum \text{Costes material oficinas calidad, prevención y mm. aa.}}{\sum trabajadores m. o. i. calidad, prevención y mm. aa.}$ k teléfono sección = $\frac{\sum \text{Teléfono}}{\sum N^{\circ} \text{ líneas secciones calidad, prevención y mm. aa.}}$	Horas m.o.d. calidad	$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ calidad}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{Horas de actividad de calidad } i \text{ del proyecto } j}$	
				Calidad procesos productivos	QCV02	m.o.d.	- Horas/€ - nº intervenciones							
				Ingeniería de soldadura	QCV03	m.o.d. Material probetas	- Horas/€ - nº homologaciones	Alquileres de equipos y licencias informáticos Mano de obra indirecta calidad Consumibles (papel, tinta, material oficina) sección Electricidad, calefacción, agua Teléfono calidad						
			Control de calidad proyectos (ensayos y pruebas)	Plan calidad proyecto	QCV04	m.o.d.	- Horas/€	Mantenimiento equipos informáticos Mobiliario oficinas						
				Control dimensional y visual*	QCV05	m.o.d. control dimensional y visual		Limpieza instalaciones Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento redes de suministro Mantenimiento equipos de medición y control*						
				END*	QCV06	m.o.d. END Materiales inspección	- Horas/€ - nº intervenciones							
				Control tratamiento superficial*	QCV07	m.o.d. Materiales inspección								
	Prevención		Prevención	Gestion del sistema OSHAS	QPV01	Auditoría externa Auditoría legal	- € - Horas/€	Alquileres de equipos y licencias informáticos Mano de obra indirecta prevención Consumibles (papel, tinta, material oficina) sección Electricidad, calefacción, agua Teléfono prevención	- €/Nº equipos - Horas/€ - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - € - €	nº equipos de la sección - nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección nº líneas sección nº equipos de la sección nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección horas actividad sección m2 ocupados por la sección horas trabajo actividades*	$k \text{ mantenimiento equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ K mobiliario de oficinas = $\frac{\sum \text{Costes mobiliario oficinas}}{\sum trabajadores m. o. i. actividades}$ K mantenimiento instalaciones generales = $\frac{\sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum horas trabajo anuales actividades}$	Horas m.o.d.	$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ prevención}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{Horas de mano de obra del proyecto } j}$	
			Prevención industrial	Prevención industrial*	QPV02	m.o.d.	- Horas/€	Mantenimiento equipos informáticos Mobiliario oficinas Limpieza instalaciones	- € - € - € - € - € - € - € - €	nº equipos de la sección nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección m2 ocupados por la sección horas actividad sección m2 ocupados por la sección horas trabajo actividades*				
			Bomberos	Bomberos	QPV03	m.o.d.	- Horas/€	Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento redes de suministro Mantenimiento equipos de medición y control*	- € - € - € - € - € - € - € - €					
	Medioambiente		Gestión del sistema ISO	Gestión del sistema ISO	QMV01	Auditoría externa	- € - Horas/€	Alquileres de equipos y licencias informáticos Mano de obra indirecta medioambiente Consumibles (papel, tinta, material oficina) sección Electricidad, calefacción, agua Teléfono medioambiente	- €/Nº equipos - Horas/€ - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - € - €	nº equipos de la sección - nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección nº líneas sección nº equipos de la sección nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección horas actividad sección m2 ocupados por la sección	$K \text{ mantenimiento redes suministro} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum m2 \text{ superficie ocupada actividades}}$ K mantenimiento redes suministro = $\frac{\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum m2 \text{ superficie ocupada actividades}}$ K equipos medición y control =	Horas m.o.d. medioambiente	$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ medioambiente}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{TAN producidas } j}$	
			Medioambiente	Medioambiente	QMV02	Análisis Almacenamiento y tratamiento de residuos	- € - Horas/€	Mobiliario oficinas Limpieza instalaciones Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento redes de suministro	- € - € - € - € - € - € - € - €					
Recursos Humanos	Administración de personal	Todas Zonas	Nóminas y seguros sociales		RAV01				- €/Nº equipos - Horas/€ - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - € - €	nº equipos de la sección - - m2 ocupados por la sección - nº equipos de la sección nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección horas actividad sección m2 ocupados por la sección	k alquileres equipos informáticos = $\frac{\sum \text{Costes alquiler equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ K electricidad, agua, calefacción = $\frac{\sum \text{Costes electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum m2 oficinas}$ k mantenimiento equipos informáticos = $\frac{\sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ K mobiliario de oficinas = $\frac{\sum \text{Costes mobiliario oficinas}}{\sum trabajadores m. o. i. actividades}$ K mantenimiento instalaciones generales = $\frac{\sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum horas trabajo anuales actividades}$ K mantenimiento redes suministro = $\frac{\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum m2 \text{ superficie ocupada actividades}}$	Horas m.o.d. propia + Horas m.o.d. subcontratación	$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ recursos humanos}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{Horas de mano de obra proyecto } j \text{ (propias + subcontratadas)}}$	
			Control de presencia y absentismos		RAV02									
	Desarrollo (formación)				RDV01			Alquileres de equipos y licencias informáticos Mano de obra indirecta recursos humanos Consumibles (papel, tinta, material oficina) Electricidad, calefacción, agua Teléfono recursos humanos						
	Selección de personal				RSV01			Mantenimiento equipos informáticos Mobiliario oficinas Limpieza instalaciones Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento redes de suministro						
	Relaciones laborales				RRV01									
	Relaciones sociales				RRV02									

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
 DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ACTIVIDADES					CODIGO ACTIVIDAD	Tipos de costes generados			Unidades control	Reparto costes indirectos a actividades		Reparto costes indirectos a productos		
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5		Directos al proyecto	Unidades control	Indirectos al proyecto		Generador coste	Base de reparto	Generador coste	Base de reparto	
Económico financiero	Seguros y avales	Todas Zonas	Seguros	Seguros patrimoniales, responsabilidad civil y todo riesgo	ESV01	Coste seguros proyecto	- €	Alquileres de equipos y licencias informáticos Mano de obra indirecta económico-financiero Consumibles (papel, tinta, material oficina) Electricidad, calefacción, agua Teléfono económico-financiero Mantenimiento equipos informáticos Mobiliario oficinas Limpieza instalaciones Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento redes de suministro	- €/Nº equipos - Horas/€ - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - €	nº equipos de la sección - - m2 ocupados por la sección - nº equipos de la sección nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección horas actividad sección m2 ocupados por la sección	$k \text{ alquileres equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes alquiler equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $K \text{ electricidad, agua, calefacción} = \frac{\sum \text{Costes electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum m2 \text{ oficinas}}$ $k \text{ mantenimiento equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $K \text{ mobiliario de oficinas} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario oficinas}}{\sum \text{trabajadores m. o. i. actividades}}$ $K \text{ mantenimiento instalaciones generales} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum \text{horas trabajo anuales actividades}}$ $K \text{ mantenimiento redes suministro} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum m2 \text{ superficie ocupada actividades}}$	ICN	$ki = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Coste actividad i económico} - \text{financiera}}{\sum_{j=1}^m \text{ICN proyecto j}}$	
				Seguros construcción	ESV02	Coste seguros proyecto	- €							
			Avales	Avales construcción	ESV03	Coste avales proyecto	- €							
				Otros avales	ESV04	Coste avales proyecto	- €							
	Contabilidad y tesorería				ECV01									
	Fiscal				EFV01	Subcontratación	- €							
	Auditoría interna				EAV01									
			Financiación	Financiación proyectos	EIV01	Intereses financiación proyecto	- €							
				Financiación	EIV02									
			Inversiones	Instalaciones generales	EIV03									
Instalaciones productivas	EIV04													
Jurídico	Laboral	Todas Zonas			JLV01	Subcontratación m.o.d. tasas judiciales	- € nº asuntos/casos	Alquileres de equipos y licencias informáticos Mano de obra indirecta jurídico laboral Consumibles (papel, tinta, material oficina) sección Electricidad, calefacción, agua Teléfono jurídico laboral Mantenimiento equipos informáticos Mobiliario oficinas Limpieza instalaciones Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento redes de suministro	- €/Nº equipos - Horas/€ - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - € - €	nº equipos de la sección - nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección nº líneas sección nº equipos de la sección nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección horas actividad sección m2 ocupados por la sección	$k \text{ alquileres equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes alquiler equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $K \text{ material oficina} = \frac{\sum \text{Costes material oficinas jurídico}}{\sum \text{trabajadores m. o. i. actividades jurídico}}$ $K \text{ electricidad, agua, calefacción} = \frac{\sum \text{Costes electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum m2 \text{ oficinas}}$ $k \text{ teléfono jurídico} = \frac{\sum \text{Teléfono}}{\sum n^{\circ} \text{ líneas secciones jurídico}}$	Horas m.o.d.	$ki = \frac{\text{Coste actividad derecho laboral}}{\sum_{j=1}^m \text{Horas de mano de obra del proyecto j}}$	
	Mercantil				JMV01	Subcontratación m.o.d. tasas judiciales	- € nº asuntos/casos	Alquileres de equipos y licencias informáticos Mano de obra indirecta jurídico mercantil Consumibles (papel, tinta, material oficina) sección Electricidad, calefacción, agua Teléfono jurídico mercantil Mantenimiento equipos informáticos Mobiliario oficinas Limpieza instalaciones Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento redes de suministro	- €/Nº equipos - Horas/€ - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - € - €	nº equipos de la sección - nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección nº líneas sección nº equipos de la sección nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección horas actividad sección m2 ocupados por la sección	$k \text{ mantenimiento equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $K \text{ mobiliario de oficinas} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario oficinas}}{\sum \text{trabajadores m. o. i. actividades}}$ $K \text{ mantenimiento instalaciones generales} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum \text{horas trabajo anuales actividades}}$ $K \text{ mantenimiento redes suministro} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum m2 \text{ superficte ocupada actividades}}$	nº pedidos	$ki = \frac{\text{Coste actividad derecho mercantil}}{\sum_{j=1}^m \text{número de pedidos/contratos proyecto j}}$	

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ACTIVIDADES					CODIGO ACTIVIDAD	Tipos de costes generados			Unidades control	Reparto costes indirectos a actividades		Reparto costes indirectos a productos	
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5		Directos al proyecto	Unidades control	Indirectos al proyecto		Generador coste	Base de reparto	Generador coste	Base de reparto
Planificación y control de gestión	Planificación	Todas Zonas			PCV01			Alquileres de equipos y licencias informáticos Mano de obra indirecta planificación y control de gestión Consumibles (papel, tinta, material oficina) Electricidad, calefacción, agua Teléfono planificación y control de gestión Mantenimiento equipos informáticos Mobiliario oficinas Limpieza instalaciones Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento redes de suministro	- €/Nº equipos - Horas/€ - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - € - €	nº equipos de la sección - m2 ocupados por la sección - nº equipos de la sección nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección horas actividad planificación y control m2 ocupados por la sección	$k \text{ alquileres equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes alquiler equipos informáticos}}{\sum \text{nº equipos informáticos}}$ $K \text{ electricidad, agua, calefacción} = \frac{\sum \text{Costes electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum \text{m2 oficinas}}$ $k \text{ mantenimiento equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum \text{nº equipos informáticos}}$ $K \text{ mobiliario de oficinas} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario oficinas}}{\sum \text{trabajadores m. o. i. actividades}}$ $K \text{ mantenimiento instalaciones generales} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum \text{horas trabajo anuales actividades}}$ $K \text{ mantenimiento redes suministro} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum \text{m2 superficie ocupada actividades}}$	nº de proyectos	$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ planificación y control de gestión}}{\text{Nº de proyectos}}$
	Control de gestión				PCV02								
Comercial y proyectos	Gestión de proyectos	Todas Zonas			CGV01	m.o.d.	- Horas/€	Alquileres de equipos y licencias informáticos Mano de obra indirecta gestión de proyectos Consumibles (papel, tinta, material oficina) sección Electricidad, calefacción, agua Teléfono gestión de proyectos Mantenimiento equipos informáticos Mobiliario oficinas Limpieza instalaciones Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento redes de suministro	- €/Nº equipos - Horas/€ - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - €	nº equipos de la sección - nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección nº líneas sección nº equipos de la sección nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección horas actividad sección m2 ocupados por la sección	$k \text{ alquileres equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes alquiler equipos informáticos}}{\sum \text{nº equipos informáticos}}$ $K \text{ material oficina} = \frac{\sum \text{Costes material oficinas comercial y proyectos}}{\sum \text{trabajadores m. o. i. actividades comercial y proyectos}}$ $K \text{ electricidad, agua, calefacción} = \frac{\sum \text{Costes electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum \text{m2 oficinas}}$ $k \text{ teléfono comercial y proyectos} = \frac{\sum \text{Teléfono}}{\sum \text{Nº líneas secciones comercial y proyectos}}$	nº recursos	$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ gestión de proyectos}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{Nº recursos proyecto } j}$
	Comercial				CCV01			Alquileres de equipos y licencias informáticos Mano de obra indirecta comercial y proyectos Consumibles (papel, tinta, material oficina) sección Electricidad, calefacción, agua Teléfono comercial y proyectos Mantenimiento equipos informáticos Mobiliario oficinas Limpieza instalaciones Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento redes de suministro	- € - € - € - €	nº equipos de la sección - nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección nº líneas sección nº equipos de la sección nº trabajadores m.o.i. sección m2 ocupados por la sección horas actividad sección m2 ocupados por la sección	$k \text{ mantenimiento equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum \text{nº equipos informáticos}}$ $K \text{ mobiliario de oficinas} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario oficinas}}{\sum \text{trabajadores m. o. i. actividades}}$ $K \text{ mantenimiento instalaciones generales} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum \text{horas trabajo anuales actividades}}$ $K \text{ mantenimiento redes suministro} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum \text{m2 superficie ocupada actividades}}$	ICN	$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ comercial}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{ICN proyecto } j}$

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

[illegible]

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
 DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ACTIVIDADES					CODIGO ACTIVIDAD	Tipos de costes generados			Unidades control	Reparto costes indirectos a actividades		Reparto costes indirectos a productos	
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5		Directos al proyecto	Unidades control	Indirectos al proyecto		Generador coste	Base de reparto	Generador coste	Base de reparto
	Prefabricación		Previas y paneles	Armado	PPA01	m.o.d. prefabricación	- Horas/€ - TAN - metros soldadura	Alquileres equipos informáticos y licencias producción Mano de obra indirecta prefabricación Mano de obra indirecta producción Consumibles (papel, tinta, material oficina) producción Electricidad, calefacción, agua oficina producción Electricidad y gases prefabricación (taller de previas) Agua producción Teléfono producción Mantenimiento equipos informáticos producción Mantenimiento maquinaria prefabricación Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento medios de elevación Mantenimiento redes suministro Mobiliario oficinas Muebles instalaciones Material y pequeña herramienta Epis Amortizaciones maquinaria prefabricación	- € - Horas/€ - Horas/€ - € - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - € - € - € - € - € - € - €	nº equipos - horas m.o.d. producción número m.o.i. prefabricación m2 ocupados oficina producción - horas m.o.d. producción nº líneas telefónicas nº equipos - horas actividades nº medios elevación m2 ocupados nº m.o.i. producción horas m.o.d. producción m2 ocupados oficina y talleres horas m.o.d. producción A horas m.o.d. -	$k \text{ alquileres equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes alquiler equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $k \text{ m.o.i. producción} = \frac{\sum \text{Costes m.o.i. producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}$ $K \text{ material oficina} = \frac{\sum \text{Costes material oficinas departamento producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades dpto producción}}$ $K \text{ electricidad, agua, calefacción} = \frac{\sum \text{Costes electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum m2 oficinas}$ $k \text{ agua producción} = \frac{\sum \text{Costes agua producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}$ $k \text{ teléfono producción} = \frac{\sum \text{Teléfono}}{\sum N^{\circ} \text{ líneas secciones producción}}$ $k \text{ mantenimiento equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $K \text{ mantenimiento instalaciones generales} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum \text{horas trabajo anuales actividades}}$ $k \text{ mantenimiento medios elevación} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento medios elevación}}{\sum n^{\circ} \text{ medios elevación}}$ $K \text{ mantenimiento redes suministro} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum m2 superficie ocupada actividades}$ $K \text{ mobiliario de oficinas} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario oficinas producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades producción}}$ $K \text{ mobiliario taller} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario taller}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}}$ $K \text{ limpieza instalaciones} = \frac{\sum \text{Costes limpieza instalaciones}}{\sum m2 instalaciones oficinas + talleres}$ $K \text{ material y pequeña herramienta} = \frac{\sum \text{Costes material y pequeña herramienta}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades acero producción}}$ $K \text{ coste epis} = \frac{\sum \text{Costes epis}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}}$	Horas soldadura	$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ prefabricación}}{\sum_{j=1}^{j=m} N^{\circ} \text{ de horas soldadura } ij}$
				Soldadura	PPA02	m.o.d. soldadura prefabricación Material consumibles soldadura Homologaciones y su material							
				Repasado	PPA03	m.o.d. prefabricación							
				Maniobras	PPA06	m.o.d. maniobras prefabricación							
		Zona A	Conjuntos	Armado	PPA07	m.o.d. prefabricación	- Horas/€ - TAN - metros soldadura						
				Soldadura	PPA08	m.o.d. soldadura prefabricación Material consumibles soldadura Homologaciones y su material							
				Repasado	PPA09	m.o.d. prefabricación							
				Maniobras	PPA12	m.o.d. maniobras prefabricación							

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ACTIVIDADES					CODIGO ACTIVIDAD	Tipos de costes generados			Unidades control	Reparto costes indirectos a actividades		Reparto costes indirectos a productos			
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5		Directos al proyecto	Unidades control	Indirectos al proyecto		Generador coste	Base de reparto	Generador coste	Base de reparto		
	Fabricación		Bloques	Armado	PFA01	m.o.d. fabricación					$k \text{ alquileres equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes alquiler equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $k \text{ m.o.i. producción} = \frac{\sum \text{Costes m.o.i. producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}$ $K \text{ material oficina} = \frac{\sum \text{Costes material oficinas departamento producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades dpto producción}}$ $K \text{ electricidad, agua, calefacción} = \frac{\sum \text{Costes electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum m2 \text{ oficinas}}$ $k \text{ electricidad y gases taller fabricación} = \frac{\sum \text{Costes electricidad y gases taller fabricación}}{\sum \text{horas m.o.d. soldadura taller fabricación}}$ $k \text{ agua producción} = \frac{\sum \text{Costes agua producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}$ $k \text{ teléfono producción} = \frac{\sum \text{Teléfono}}{\sum N^{\circ} \text{ líneas secciones producción}}$ $k \text{ mantenimiento equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $K \text{ mantenimiento instalaciones generales} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum \text{horas trabajo anuales actividades}}$ $k \text{ mantenimiento medios elevación} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento medios elevación}}{\sum n^{\circ} \text{ medios elevación}}$ $K \text{ mantenimiento redes suministro} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum m2 \text{ superficie ocupada actividades}}$ $K \text{ mobiliario de oficinas} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario oficinas producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades producción}}$ $K \text{ mobiliario taller} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario taller}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}}$ $K \text{ limpieza instalaciones} = \frac{\sum \text{Costes limpieza instalaciones}}{\sum m2 \text{ instalaciones oficinas + talleres}}$ $K \text{ material y pequeña herramienta} = \frac{\sum \text{Costes material y pequeña herramienta}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades acero producción}}$ $K \text{ coste epis} = \frac{\sum \text{Costes epis}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}}$				
					Soldadura	PFA02	m.o.d. soldadura prefabricación Material consumibles soldadura Homologaciones y su material		Alquileres equipos informáticos y licencias producción Mano de obra indirecta fabricación Consumibles (papel, tinta, material oficina) producción Electricidad, calefacción, agua oficina producción Electricidad y gases fabricación (taller de bloques) Agua producción Teléfono producción Mantenimiento equipos informáticos producción Mantenimiento maquinaria fabricación Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento medios de elevación Mantenimiento redes suministro Mobiliario oficinas Mobiliario de taller Limpieza instalaciones Material y pequeña herramienta Epis Amortizaciones maquinaria fabricación	- € - Horas/€ - Horas/€ - € - € - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - € - € - € - € - € - € - € - €	nº equipos horas m.o.d. producción número m.o.i. fabricación m2 ocupados oficina producción horas m.o.d. soldadura taller bloques horas m.o.d. producción nº líneas telefónicas nº equipos horas m.o.d. soldadura horas actividades nº medios elevación m2 ocupados nº m.o.i. producción horas m.o.d. producción m2 ocupados oficina y talleres horas m.o.d. producción A horas m.o.d.				
					Repasado	PFA03	m.o.d. fabricación		- Horas/€ - TAN - metros soldadura				Horas soldadura	$k_i = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Coste actividad } i \text{ fabricación}}{\sum_{j=1}^m N^{\circ} \text{ de horas soldadura } ij}$	
						Maniobras	PFA06	m.o.d. maniobras fabricación							

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
 DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ACTIVIDADES					CODIGO ACTIVIDAD	Tipos de costes generados			Unidades control	Reparto costes indirectos a actividades		Reparto costes indirectos a productos		
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5		Directos al proyecto	Unidades control	Indirectos al proyecto		Generador coste	Base de reparto	Generador coste	Base de reparto	
	Montaje			Armado	PMA01	m.o.d. montaje					$k \text{ alquileres equipos informáticos} = \frac{\sum Costes \text{ alquiler equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $k \text{ m.o.i. producción} =$			
											$K \text{ material oficina} = \frac{\sum Costes \text{ material oficinas departamento producción}}{\sum trabajadores \text{ m.o.i. actividades dpto producción}}$ $K \text{ electricidad, agua, calefacción} = \frac{\sum Costes \text{ electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum m2 \text{ oficinas}}$ $k \text{ agua producción} =$			
											$k \text{ teléfono producción} =$			
					Soldadura	PMA02	m.o.d. soldadura montaje Material consumibles soldadura		Alquileres equipos informáticos y licencias producción Mano de obra indirecta montaje Mano de obra indirecta producción Consumibles (papel, tinta, material oficina) producción Electricidad, calefacción, agua oficina producción Electricidad grada y muelle Gases grada y muelle Agua producción Teléfono producción Mantenimiento equipos informáticos producción Mantenimiento maquinaria montaje Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento medios de elevación Mantenimiento redes suministro Mobiliario oficinas Mobiliario de taller Limpieza instalaciones Material y pequeña herramienta Epis Amortizaciones maquinaria montaje	- €/ - Horas/€ - Horas/€ - €/ - €/ - €/ - €/ - €/Nº líneas - €/Nº equipos - €/ - €/ - €/ - €/ - €/ - €/ - €/ - €/	nº equipos - horas m.o.d. producción número m.o.i. montaje m2 ocupados oficina producción horas m.o.d. grada y muelle horas m.o.d. soldadura horas m.o.d. producción nº líneas telefónicas nº equipos horas actividades nº medios elevación m2 ocupados nº m.o.i. producción horas m.o.d. producción m2 ocupados oficina y talleres horas m.o.d. producción A horas m.o.d. -	$k \text{ electricidad grada y muelle} =$ $k \text{ gases grada y muelle} =$ $k \text{ mantenimiento equipos informáticos} =$ $K \text{ mantenimiento instalaciones generales} = \frac{\sum Costes \text{ mantenimiento instalaciones generales}}{\sum horas \text{ trabajo anuales actividades}}$ $k \text{ mantenimiento medios elevación} =$ $K \text{ mantenimiento redes suministro} = \frac{\sum Costes \text{ mantenimiento redes de suministro}}{\sum m2 \text{ superficie ocupada actividades}}$ $K \text{ mobiliario de oficinas} = \frac{\sum Costes \text{ mobiliario oficinas producción}}{\sum trabajadores \text{ m.o.i. actividades producción}}$ $K \text{ mobiliario taller} =$ $K \text{ limpieza instalaciones} =$ $K \text{ material y pequeña herramienta} =$ $K \text{ coste epis} = \frac{\sum Costes \text{ epis}}{\sum horas \text{ m.o.d. actividades producción}}$		
				Grada				- Horas/€ - TAN - metros soldadura					Horas soldadura	$k_i = \frac{\sum_{j=m}^i Coste \text{ actividad } i \text{ montaje}}{\sum_{j=1}^{i=m} N^{\circ} \text{ de horas soldadura } ij}$
				Repasado	PMA03	m.o.d. montaje								
				Maniobras	PMA06	m.o.d. maniobras montaje								

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ACTIVIDADES					CODIGO ACTIVIDAD	Tipos de costes generados			Unidades control	Reparto costes indirectos a actividades		Reparto costes indirectos a productos			
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5		Directos al proyecto	Unidades control	Indirectos al proyecto		Generador coste	Base de reparto	Generador coste	Base de reparto		
	Elaboración de tubería		Corte y biselado	Corte y biselado robot	PTM01	m.o.d. elaboración tubería Material acero tubería						$k \text{ alquileres equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes alquiler equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$			
		Corte sierra		PTM02	m.o.d. elaboración tubería Material acero tubería	$k \text{ m.o.i. producción} = \frac{\sum \text{Costes m.o.i. producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}$									
		Corte y biselado manual		PTM03	m.o.d. elaboración tubería Material acero tubería	$K \text{ material oficina} =$									
			Conformado	Curvadora	PTM05	m.o.d. elaboración tubería Material acero tubería	- Horas/€ - metros tubo - pulgadas	Alquileres equipos informáticos y licencias producción Mano de obra indirecta elaboración de tubería (taller tubos) Mano de obra indirecta producción Consumibles (papel, tinta, material oficina) producción Electricidad, calefacción, agua oficina producción Electricidad y gases elaboración tubería Agua producción Teléfono producción Mantenimiento equipos informáticos producción Mantenimiento maquinaria elaboración tubería Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento medios de elevación Mantenimiento redes suministro Mobiliario oficinas Mobiliario de taller Limpieza instalaciones	- € - Horas/€ - Horas/€ - € - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos	nº equipos - horas m.o.d. producción número m.o.i. elaboración tubería m2 ocupados oficina producción - horas m.o.d. producción nº líneas telefónicas nº equipos	$K \text{ electricidad, agua, calefacción} = \frac{\sum \text{Costes electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum m2 \text{ oficinas}}$				
		Abocardadora		PTM06	m.o.d. elaboración tubería Material acero tubería	$k \text{ agua producción} = \frac{\sum \text{Costes agua producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}$					$k \text{ mantenimiento equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$				
		Prensa		PTM07	m.o.d. elaboración tubería Material acero tubería	$K \text{ mantenimiento instalaciones generales} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum \text{horas trabajo anuales actividades}}$									
			Fabricación	Armado	PTM08	m.o.d. fabricación tubería Material accesorios tubería	- Horas/€ - pulgadas - pulgadas soldadas	Material y pequeña herramienta Epis Amortizaciones maquinaria elaboración tubería	- € - € - € - € - € - € - € - € - € - €	nº actividades nº medios elevación m2 ocupados nº m.o.i. producción horas m.o.d. producción m2 ocupados oficina y talleres horas m.o.d. producción M horas m.o.d. -	$k \text{ teléfono producción} =$	Horas máquina Horas soldadura	$ki = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ elaboración tubería}}{\sum_{i=1}^{i=n} N^{\circ} \text{ de horas máquina } ij + \sum_{i=1}^{i=n} N^{\circ} \text{ de horas soldadura } ij}$		
		Soldadura		PTM09	m.o.d. soldadura fabricación tubería Material consumibles soldadura Homologaciones y su material	$K \text{ mantenimiento equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$									
		Repasado		PTM10	m.o.d. fabricación tubería	$K \text{ mantenimiento redes suministro} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum m2 \text{ superficie ocupada actividades}}$									
		Paletización		PTM13	m.o.d. fabricación tubería	$K \text{ mobiliario de oficinas} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario oficinas producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades producción}}$									
													$K \text{ mobiliario taller} =$		
													$K \text{ limpieza instalaciones} = \frac{\sum \text{Costes limpieza instalaciones}}{\sum m2 \text{ instalaciones oficinas} + \text{talleres}}$		
													$K \text{ material y pequeña herramienta} =$		
												$K \text{ coste epis} =$			

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ACTIVIDADES					CODIGO ACTIVIDAD	Tipos de costes generados			Unidades control	Reparto costes indirectos a actividades		Reparto costes indirectos a productos	
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5		Directos al proyecto	Unidades control	Indirectos al proyecto		Generador coste	Base de reparto	Generador coste	Base de reparto
	Montaje de tubería en módulo			Montaje de tubería Acero en módulo	PTM14	m.o.d. montaje tubería m.o.d. soldadura montaje de tubería Material accesorios tubería					$k \text{ alquileres equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes alquiler equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $k \text{ m.o.i. producción} = \frac{\sum \text{Costes m.o.i. producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}$ $K \text{ material oficina} = \frac{\sum \text{Costes material oficinas departamento producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades dpto producción}}$ $K \text{ electricidad, agua, calefacción} = \frac{\sum \text{Costes electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum m2 oficinas}$ $k \text{ agua producción} = \frac{\sum \text{Costes agua producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}$ $k \text{ teléfono producción} = \frac{\sum \text{Teléfono}}{\sum N^{\circ} \text{ líneas secciones producción}}$ $k \text{ electricidad taller módulos} = \frac{\sum \text{Costes electricidad taller módulos}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades taller módulos}}$ $k \text{ gases taller de módulos} = \frac{\sum \text{Costes gases taller de módulos}}{\sum \text{horas m.o.d. soldadura taller de módulos}}$ $k \text{ mantenimiento equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $K \text{ mantenimiento instalaciones generales} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum \text{horas trabajo anuales actividades}}$ $k \text{ mantenimiento medios elevación} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento medios elevación}}{\sum n^{\circ} \text{ medios elevación}}$ $K \text{ mantenimiento redes suministro} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum m2 superficie ocupada actividades}$ $K \text{ mobiliario de oficinas} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario oficinas producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades producción}}$ $K \text{ mobiliario taller} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario taller}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}}$ $K \text{ limpieza instalaciones} = \frac{\sum \text{Costes limpieza instalaciones}}{\sum m2 instalaciones oficinas + talleres}$ $K \text{ material y pequeña herramienta} = \frac{\sum \text{Costes material y pequeña herramienta}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades M producción}}$ $K \text{ coste epis} = \frac{\sum \text{Costes epis}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}}$		
				Montaje de tubería GRP en módulo	PTM15	m.o.d. montaje tubería Material accesorios tubería		Alquileres equipos informáticos y licencias producción Mano de obra indirecta montaje de tubería en módulo Mano de obra indirecta producción Consumibles (papel, tinta, material oficina) producción Electricidad, calefacción, agua oficina producción Electricidad montaje de tubería en módulo Gases montaje de tubería en módulo Agua producción Teléfono producción Mantenimiento equipos informáticos producción Mantenimiento maquinaria montaje en módulo Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento medios de elevación Mantenimiento redes suministro Mobiliario oficinas Mobiliario de taller Limpieza instalaciones Material y pequeña herramienta Epis Amortizaciones maquinaria montaje de tubería en módulo	- € - Horas/€ - Horas/€ - € - € - € - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos	nº equipos - horas m.o.d. producción número m.o.i. montaje tubería en módulo m2 ocupados oficina producción horas m.o.d. taller de módulos horas m.o.d. soldadura taller de módulos horas m.o.d. producción nº líneas telefónicas			
			Montaje de tubería en módulo	Montaje de tubería Aleación (CuNi, Inox)	PTM16	m.o.d. montaje tubería m.o.d. soldadura montaje de tubería Material accesorios tubería	- Horas/€ - pulgadas - pulgadas soldadas			nº equipos - horas actividades nº medios elevación m2 ocupados nº m.o.i. producción horas m.o.d. producción m2 ocupados oficina y talleres horas m.o.d. producción M horas m.o.d.		Pulgadas nº tubos	$k_i = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Coste actividad } i \text{ montaje en módulo}}{\sum_{j=1}^m \text{Pulgadas x n}^{\circ} \text{ de tubos } ij}$
				Prueba Hidráulica	PTM17	m.o.d. pruebas							

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ACTIVIDADES					CODIGO ACTIVIDAD	Tipos de costes generados			Unidades control	Reparto costes indirectos a actividades		Reparto costes indirectos a productos	
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5		Directos al proyecto	Unidades control	Indirectos al proyecto		Generador coste	Base de reparto	Generador coste	Base de reparto
	Montaje de tubería en bloque			Montaje de tubería Acero en bloque	PTM18	m.o.d. montaje tubería m.o.d. soldadura montaje de tubería Material accesorios tubería					$k \text{ alquileres equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes alquiler equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $k \text{ m.o.i. producción} = \frac{\sum \text{Costes m.o.i. producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}$ $K \text{ material oficina} = \frac{\sum \text{Costes material oficinas departamento producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades dpto producción}}$ $K \text{ electricidad, agua, calefacción} = \frac{\sum \text{Costes electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum m2 \text{ oficinas}}$ $k \text{ electricidad y gases taller fabricación} = \frac{\sum \text{Costes electricidad y gases taller fabricación}}{\sum \text{horas m.o.d. soldadura taller fabricación}}$ $k \text{ agua producción} = \frac{\sum \text{Costes agua producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}$ $k \text{ teléfono producción} = \frac{\sum \text{Teléfono}}{\sum N^{\circ} \text{ líneas secciones producción}}$ $k \text{ mantenimiento equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $K \text{ mantenimiento instalaciones generales} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum \text{horas trabajo anuales actividades}}$ $k \text{ mantenimiento medios elevación} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento medios elevación}}{\sum n^{\circ} \text{ medios elevación}}$ $K \text{ mantenimiento redes suministro} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum m2 \text{ superficie ocupada actividades}}$ $K \text{ mobiliario de oficinas} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario oficinas producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades producción}}$ $K \text{ mobiliario taller} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario taller}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}}$ $K \text{ limpieza instalaciones} = \frac{\sum \text{Costes limpieza instalaciones}}{\sum m2 \text{ instalaciones oficinas + talleres}}$ $K \text{ material y pequeña herramienta} = \frac{\sum \text{Costes material y pequeña herramienta}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades M producción}}$ $K \text{ coste epis} = \frac{\sum \text{Costes epis}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}}$		
				Montaje de tubería GRP en bloque	PTM19	m.o.d. montaje tubería Material accesorios tubería		Alquileres equipos informáticos y licencias producción Mano de obra indirecta montaje de tubería en bloque Mano de obra indirecta producción Consumibles (papel, tinta, material oficina) producción Electricidad, calefacción, agua oficina producción Electricidad y gases fabricación (taller bloques) Agua producción Teléfono producción Mantenimiento equipos informáticos producción Mantenimiento maquinaria montaje tubería en bloque Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento medios de elevación Mantenimiento redes suministro Mobiliario oficinas Mobiliario de taller Limpieza instalaciones Material y pequeña herramienta Epis Amortizaciones maquinaria montaje de tubería en bloque	- € - Horas/€ - Horas/€ - € - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - € - € - € - € - € - € - €	nº equipos horas m.o.d. producción número m.o.i. montaje tubería en bloque m2 ocupados oficina producción horas m.o.d. soldadura taller bloques horas m.o.d. producción nº líneas telefónicas nº equipos horas actividades nº medios elevación m2 ocupados nº m.o.i. producción horas m.o.d. producción m2 ocupados oficina y talleres horas m.o.d. producción M horas m.o.d. -			
			Montaje de tubería en bloque		Montaje de tubería Aleación (CuNi, Inox)	PTM20	m.o.d. montaje tubería m.o.d. soldadura montaje de tubería Material accesorios tubería					Pulgadas nº tubos	$ki = \frac{\sum_{i=1}^i n \text{ Coste actividad } i \text{ montaje en bloque}}{\sum_{j=1}^{j=n} \text{Pulgadas x n}^{\circ} \text{ de tubos } ij}$
					Prueba Hidráulica	PTM21	m.o.d. pruebas						

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

[illegible]

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ACTIVIDADES					CODIGO ACTIVIDAD	Tipos de costes generados			Unidades control	Reparto costes indirectos a actividades		Reparto costes indirectos a productos						
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5		Directos al proyecto	Unidades control	Indirectos al proyecto		Generador coste	Base de reparto	Generador coste	Base de reparto					
	Montaje calderería en módulo		Montaje de accesos en módulos	Escalas, pisos, teches, plataformas, etc	PCM01	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar	- Horas/€ - TAN - nº elementos				$k \text{ m.o.i. producción} = \frac{k \text{ alquileres equipos informáticos} = \sum \text{Costes alquiler equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $K \text{ material oficina} = \frac{\sum \text{Costes material oficinas departamento producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades dpto producción}}$ $K \text{ electricidad, agua, calefacción} = \frac{\sum \text{Costes electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum m2 \text{ oficinas}}$ $k \text{ agua producción} = \frac{\sum \text{Costes agua producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}$ $k \text{ teléfono producción} = \frac{\sum \text{Teléfono}}{\sum N^{\circ} \text{ líneas secciones producción}}$ $k \text{ electricidad taller módulos} = \frac{\sum \text{Costes electricidad taller módulos}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades taller módulos}}$ $k \text{ gases taller de módulos} = \frac{\sum \text{Costes gases taller de módulos}}{\sum \text{horas m.o.d. soldadura taller de módulos}}$ $k \text{ mantenimiento equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $K \text{ mantenimiento instalaciones generales} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum \text{horas trabajo anuales actividades}}$ $k \text{ mantenimiento medios elevación} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento medios elevación}}{\sum n^{\circ} \text{ medios elevación}}$ $K \text{ mantenimiento redes suministro} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum m2 \text{ superficie ocupada actividades}}$ $K \text{ mobiliario de oficinas} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario oficinas producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades producción}}$ $K \text{ mobiliario taller} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario taller}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}}$ $K \text{ limpieza instalaciones} = \frac{\sum \text{Costes limpieza instalaciones}}{\sum m2 \text{ instalaciones oficinas + talleres}}$ $K \text{ material y pequeña herramienta} = \frac{\sum \text{Costes material y pequeña herramienta}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades M producción}}$ $K \text{ coste epis} = \frac{\sum \text{Costes epis}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}}$	Horas soldadura	$k_i = \frac{\sum_{j=m}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ montaje de calderería en módulos}}{\sum_{j=1}^{i=m} N^{\circ} \text{ de horas soldadura de calderería en módulos } ij}$					
				Registros y escotillas	PCM02	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar												
			Montaje de polines en módulos	Polines, estructura de módulos funcionales y chapas dobles	PCM03	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar												
			Montaje de ventilación en módulos	Ventilación	PCM04	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar	- Horas/€ - metros ventilación - nº elementos											
			Montaje de resto de equipo metálico en módulos	Anodos de sacrificio y corrientes impresas	PCM05	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar	Alquileres equipos informáticos y licencias producción Mano de obra indirecta montaje de calderería en módulo Mano de obra indirecta producción Consumibles (papel, tinta, material oficina) producción Electricidad, calefacción, agua oficina producción Electricidad montaje de calderería en módulo Gases montaje de calderería en módulo Agua producción Teléfono producción Mantenimiento equipos informáticos producción Mantenimiento maquinaria montaje en módulo Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento medios de elevación Mantenimiento redes suministro Mobiliario oficinas Mobiliario de taller Limpieza instalaciones Material y pequeña herramienta Epis Amortizaciones maquinaria montaje de calderería en módulo											
				Elementos de amarre	PCM06	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar												
				Vigas y cáncamos	PCM07	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar												
				Puertas y ventanas	PCM08	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar												
				Equipo metálico vario	PCM09	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar												
				Maniobras y movimientos	PCM10	m.o.d. maniobras montaje calderería												

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ACTIVIDADES					CODIGO ACTIVIDAD	Tipos de costes generados			Unidades control	Reparto costes indirectos a actividades		Reparto costes indirectos a productos	
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5		Directos al proyecto	Unidades control	Indirectos al proyecto		Generador coste	Base de reparto	Generador coste	Base de reparto
	Montaje calderería en bloque		Montaje de accesos en bloque	Escalas, pisos, techos, plataformas, etc	PCM11	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar	- Horas/€ - TAN - nº elementos				$k \text{ alquileres equipos informáticos } = \frac{\sum \text{Costes alquiler equipos informáticos}}{\sum \text{nº equipos informáticos}}$ $k \text{ m.o.i. producción } = \frac{\sum \text{Costes m.o.i. producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}$ $K \text{ material oficina } = \frac{\sum \text{Costes material oficinas departamento producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades dpto producción}}$ $K \text{ electricidad, agua, calefacción } = \frac{\sum \text{Costes electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum \text{m2 oficinas}}$ $k \text{ electricidad y gases fabricación } = \frac{\sum \text{Costes electricidad y gases fabricación}}{\sum \text{horas m.o.d. soldadura taller bloques}}$ $k \text{ agua producción } = \frac{\sum \text{Costes agua producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}$ $k \text{ teléfono producción } = \frac{\sum \text{Teléfono}}{\sum \text{Nº líneas secciones producción}}$		
				Registros y escotillas	PCM12	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar							
			Montaje de polines en bloque	Polines, estructura de módulos funcionales y chapas dobles	PCM13	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar							
			Montaje de ventilación en bloque	Ventilación	PCM14	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar	- Horas/€ - metros ventilación - nº elementos	Alquileres equipos informáticos y licencias producción Mano de obra indirecta montaje de calderería en bloque Mano de obra indirecta producción Consumibles (papel, tinta, material oficina) producción Electricidad, calefacción, agua oficina producción Electricidad y gases fabricación (taller bloques) Agua producción Teléfono producción Mantenimiento equipos informáticos producción Mantenimiento maquinaria montaje calderería en bloque Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento medios de elevación Mantenimiento redes suministro Mobiliario oficinas Mobiliario de taller Limpieza instalaciones Material y pequeña herramienta Epis Amortizaciones maquinaria montaje de calderería en bloque	- € - Horas/€ - Horas/€ - € - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - € - € - € - € - € - € - € - € - €	nº equipos - horas m.o.d. producción número m.o.i. montaje tubería en bloque m2 ocupados oficina producción horas m.o.d. soldadura pref. y fab. horas m.o.d. producción nº líneas telefónicas nº equipos - horas actividades nº medios elevación m2 ocupados nº m.o.i. producción horas m.o.d. producción m2 ocupados oficina y talleres horas m.o.d. producción M horas m.o.d. -	$k \text{ mantenimiento equipos informáticos } = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum \text{nº equipos informáticos}}$ $K \text{ mantenimiento instalaciones generales } = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum \text{horas trabajo anuales actividades}}$ $k \text{ mantenimiento medios elevación } = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento medios elevación}}{\sum \text{nº medios elevación}}$ $K \text{ mantenimiento redes suministro } = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum \text{m2 superficie ocupada actividades}}$ $K \text{ mobiliario de oficinas } = \frac{\sum \text{Costes mobiliario oficinas producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades producción}}$ $K \text{ mobiliario taller } = \frac{\sum \text{Costes mobiliario taller}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}}$ $K \text{ limpieza instalaciones } = \frac{\sum \text{Costes limpieza instalaciones}}{\sum \text{m2 instalaciones oficinas + talleres}}$ $K \text{ material y pequeña herramienta } = \frac{\sum \text{Costes material y pequeña herramienta}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades M producción}}$ $K \text{ coste epis } = \frac{\sum \text{Costes epis}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}}$	Horas soldadura	$k_i = \frac{\sum_{j=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ montaje de calderería en bloque}}{\sum_{j=1}^{i=n} N^{\circ} \text{ de horas soldadura de calderería en bloque } ij}$
			Montaje de resto de equipo metálico en bloque	Anodos de sacrificio y corrientes impresas	PCM15	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar							
				Elementos de amarre	PCM16	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar							
				Vigas y cáncamos	PCM17	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar							
				Puertas y ventanas	PCM18	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar							
				Equipo metálico vario	PCM19	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar							
				Maniobras y movimientos	PCM20	m.o.d. maniobras montaje calderería							

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ACTIVIDADES					CODIGO ACTIVIDAD	Tipos de costes generados			Unidades control	Reparto costes indirectos a actividades		Reparto costes indirectos a productos	
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5		Directos al proyecto	Unidades control	Indirectos al proyecto		Generador coste	Base de reparto	Generador coste	Base de reparto
	Montaje calderería a bordo		Montaje de accesos a bordo	Escalas, pisos, teches, plataformas, etc	PCM21	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar	- Horas/€ - TAN - nº elementos				$\frac{k \text{ alquileres equipos informáticos} = \sum \text{Costes alquiler equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $\frac{k \text{ m.o.i. producción} = \sum \text{Costes m.o.i. producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}$ $\frac{K \text{ material oficina} = \sum \text{Costes material oficinas departamento producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades dpto producción}}$ $\frac{K \text{ electricidad, agua, calefacción} = \sum \text{Costes electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum m2 oficinas}$ $\frac{k \text{ agua producción} = \sum \text{Costes agua producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}$ $\frac{k \text{ teléfono producción} = \sum \text{Teléfono}}{\sum N^{\circ} \text{ líneas secciones producción}}$ $\frac{k \text{ electricidad grada y muelle} = \sum \text{Costes electricidad grada y muelle}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades grada y muelle}}$ $\frac{k \text{ gases grada y muelle} = \sum \text{Costes gases grada y muelle}}{\sum \text{horas m.o.d. soldadura grada y muelle}}$ $\frac{k \text{ mantenimiento equipos informáticos} = \sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $\frac{K \text{ mantenimiento instalaciones generales} = \sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum \text{horas trabajo anuales actividades}}$ $\frac{k \text{ mantenimiento medios elevación} = \sum \text{Costes mantenimiento medios elevación}}{\sum n^{\circ} \text{ medios elevación}}$ $\frac{K \text{ mantenimiento redes suministro} = \sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum m2 superficie ocupada actividades}$ $\frac{K \text{ mobiliario taller} = \sum \text{Costes mobiliario taller}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}}$ $\frac{K \text{ mobiliario de oficinas} = \sum \text{Costes mobiliario oficinas producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades producción}}$ $\frac{K \text{ limpieza instalaciones} = \sum \text{Costes limpieza instalaciones}}{\sum m2 instalaciones oficinas + talleres}$ $\frac{K \text{ material y pequeña herramienta} = \sum \text{Costes material y pequeña herramienta}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades M producción}}$ $\frac{K \text{ coste epis} = \sum \text{Costes epis}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}}$	Horas soldadura	$k_i = \frac{\sum_{j=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ montaje de calderería abordó}}{\sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=1} N^{\circ} \text{ de horas soldadura de calderería abordó } ij}$
		Montaje de accesos a bordo	Registros y escotillas	PCM22	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar								
		Montaje de polines a bordo	Polines, estructura de módulos funcionales y chapas dobles	PCM23	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar								
		Montaje de ventilación a bordo	Ventilación	PCM24	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar	- Horas/€ - metros ventilación - nº elementos							
		Montaje de resto de equipo metálico a bordo	Anodos de sacrificio y corrientes impresas	PCM25	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar	Alquileres equipos informáticos y licencias producción Mano de obra indirecta montaje de calderería abordó Mano de obra indirecta producción Consumibles (papel, tinta, material oficina) producción Electricidad, calefacción, agua oficina producción Electricidad y gases grada y muelle Agua producción Teléfono producción Mantenimiento equipos informáticos producción Mantenimiento maquinaria montaje calderería abordó Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento medios de elevación Mantenimiento redes suministro Mobiliario oficinas Mobiliario de taller Limpieza instalaciones Material y pequeña herramienta Epis Amortizaciones maquinaria montaje de calderería en abordó	- € - Horas/€ - Horas/€ - € - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - € - € - € - € - € - € - € - € - €						
			Elementos de amarre	PCM26	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar								
			Vigas y cáncamos	PCM27	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar								
			Puertas y ventanas	PCM28	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar			- Horas/€ - TAN - nº elementos					
			Equipo metálico vario	PCM29	m.o.d. montaje calderería m.o.d. soldadura de calderería Material a montar								
			Maniobras y movimientos	PCM30	m.o.d. maniobras montaje calderería								

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ACTIVIDADES					CODIGO ACTIVIDAD	Tipos de costes generados			Unidades control	Reparto costes indirectos a actividades		Reparto costes indirectos a productos	
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5		Directos al proyecto	Unidades control	Indirectos al proyecto		Generador coste	Base de reparto	Generador coste	Base de reparto
	Montaje de equipos		Taller de módulos	Mont. de equipos en módulos	PEM01	m.o.d. montaje equipos Equipos a montar y sus accesorios					$k \text{ alquileres equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes alquiler equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $k \text{ m.o.i. producción} = \frac{\sum \text{Costes m.o.i. producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}$ $K \text{ material oficina} = \frac{\sum \text{Costes material oficinas departamento producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades dpto producción}}$ $K \text{ electricidad, agua, calefacción} = \frac{\sum \text{Costes electricidad.gas,agua oficinas}}{\sum m2 \text{ oficinas}}$ $k \text{ agua producción} = \frac{\sum \text{Costes agua producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}$ $k \text{ telefono producción} = \frac{\sum \text{Teléfono}}{\sum N^{\circ} \text{ líneas secciones producción}}$ $k \text{ electricidad grada y muelle} = \frac{\sum \text{Costes electricidad grada y muelle}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades grada y muelle}}$ $k \text{ gases grada y muelle} = \frac{\sum \text{Costes gases grada y muelle}}{\sum \text{horas m.o.d. soldadura grada y muelle}}$ $k \text{ mantenimiento equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $K \text{ mantenimiento instalaciones generales} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum \text{horas trabajo anuales actividades}}$ $k \text{ mantenimiento medios elevación} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento medios elevación}}{\sum n^{\circ} \text{ medios elevación}}$ $K \text{ mantenimiento redes suministro} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum m2 \text{ superficie ocupada actividades}}$ $K \text{ mobiliario taller} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario taller}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}}$ $K \text{ mobiliario de oficinas} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario oficinas producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades producción}}$ $K \text{ limpieza instalaciones} = \frac{\sum \text{Costes limpieza instalaciones}}{\sum m2 \text{ instalaciones oficinas + talleres}}$ $K \text{ material y pequeña herramienta} = \frac{\sum \text{Costes material y pequeña herramienta}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades M producción}}$ $K \text{ coste epis} = \frac{\sum \text{Costes epis}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}}$		
			Armamento anticipado	Mont. anticipado de equipos	PEM02	m.o.d. montaje equipos Equipos a montar y sus accesorios							
			Armamento a bordo	Mont. abordó de equipos	PEM03	m.o.d. montaje equipos Equipos a montar y sus accesorios	- Horas/€ - nº equipos	Alquileres equipos informáticos y licencias producción Mano de obra indirecta montaje de equipos Mano de obra indirecta producción Consumibles (papel, tinta, material oficina) producción Electricidad, calefacción, agua oficina producción Electricidad y gases grada y muelle Agua producción Teléfono producción Mantenimiento equipos informáticos producción Mantenimiento maquinaria montaje equipos Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento medios de elevación Mantenimiento redes suministro Mobiliario oficinas Mobiliario de taller Limpieza instalaciones Material y pequeña herramienta Epis Amortizaciones maquinaria montaje de equipos	- € - Horas/€ - Horas/€ - € - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - € - € - € - € - € - € - € - €	nº equipos horas m.o.d. producción número m.o.i. montaje equipos abordó m2 ocupados oficina producción horas m.o.d. grada y muelle horas m.o.d. producción nº líneas telefónicas nº equipos horas actividades nº medios elevación m2 ocupados nº m.o.i. producción horas m.o.d. producción m2 ocupados oficina y talleres horas m.o.d. producción M horas m.o.d.			
				Accesorios y aparatos mecánicos	PEM04	m.o.d. montaje equipos Equipos a montar y sus accesorios							
				Pruebas de tanques	PEM05	m.o.d. pruebas							

$$k_i = \frac{\text{Coste montaje de equipos}}{\sum_{j=1}^m \text{Número de equipos montados } j}$$

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ACTIVIDADES					CODIGO ACTIVIDAD	Tipos de costes generados		Unidades control	Reparto costes indirectos a actividades		Reparto costes indirectos a productos			
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5		Directos al proyecto	Unidades control		Indirectos al proyecto	Generador coste	Base de reparto	Generador coste	Base de reparto	
Trabajos eléctricos en módulos			Montaje de Canalización Principal en Módulos		PME01	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar	· Horas/€ · metros lineales				$\begin{aligned} &k \text{ alquileres equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes alquiler equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}} \\ &k \text{ m.o.i. producción} = \frac{\sum \text{Costes m.o.i. producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}} \\ &K \text{ material oficina} = \frac{\sum \text{Costes material oficinas departamento producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades dpto producción}} \\ &K \text{ electricidad, agua, calefacción} = \frac{\sum \text{Costes electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum m2 \text{ oficinas}} \\ &k \text{ agua producción} = \frac{\sum \text{Costes agua producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}} \\ &k \text{ teléfono producción} = \frac{\sum \text{Teléfono}}{\sum N^{\circ} \text{ líneas secciones producción}} \\ &k \text{ electricidad taller módulos} = \frac{\sum \text{Costes electricidad taller módulos}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades taller módulos}} \\ &k \text{ gases taller de módulos} = \frac{\sum \text{Costes gases taller de módulos}}{\sum \text{horas m.o.d. soldadura taller de módulos}} \\ &k \text{ mantenimiento equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}} \\ &K \text{ mantenimiento instalaciones generales} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum \text{horas trabajo anuales actividades}} \\ &k \text{ mantenimiento medios elevación} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento medios elevación}}{\sum n^{\circ} \text{ medios elevación}} \\ &K \text{ mantenimiento redes suministro} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum m2 \text{ superficie ocupada actividades}} \\ &K \text{ mobiliario de oficinas} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario oficinas producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades producción}} \\ &K \text{ mobiliario taller} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario taller}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}} \\ &K \text{ limpieza instalaciones} = \frac{\sum \text{Costes limpieza instalaciones}}{\sum m2 \text{ instalaciones oficinas + talleres}} \\ &K \text{ material y pequeña herramienta} = \frac{\sum \text{Costes material y pequeña herramienta}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades E producción}} \\ &K \text{ coste epis} = \frac{\sum \text{Costes epis}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}} \end{aligned}$		$k_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Coste actividad } i \text{ trabajos eléctricos en módulos}}{\sum_{j=1}^{j=m} \text{Metros de cable montados en módulos } ij}$	
			Montaje de Canalización Secundaria en módulos		PME02	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar								
			Montaje de aparatos eléctricos en módulo		PME03	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar	· Horas/€ · nº equipos							
			Tendido de cables en módulo	Cable de Fuerza		PME04	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar							· Horas/€ · metros lineales
				Cable de Alumbrado		PME05	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar							
				Cable de Fire & Gas		PME06	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar							
				Cable de Comunicaciones		PME07	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar							
				Cable de Instrumentación		PME08	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar							
			Embornado de cables en módulo		PME09	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar	· Horas/€ · nº equipos/elementos							<div>Alquileres equipos informáticos y licencias producción Mano de obra indirecta montaje eléctrico en módulo Mano de obra indirecta producción Consumibles (papel, tinta, material oficina) producción Electricidad, calefacción, agua oficina producción Electricidad montaje eléctrico en módulo Gases montaje eléctrico en módulo Agua producción Teléfono producción Mantenimiento equipos informáticos producción Mantenimiento maquinaria montaje en módulo Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento medios de elevación Mantenimiento redes suministro Mobiliario oficinas Mobiliario de taller Limpieza instalaciones Material y pequeña herramienta Epis Amortizaciones maquinaria montaje eléctrico en módulo</div>
			Montaje pasantes en módulo		PME10	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar								
			Montaje grandes equipos en módulo		PME11	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar								
			Empaquetado y Engrapado de cables en módulo		PME12	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar								
			Varios instalación eléctrica en módulo		PME13	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar								

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ACTIVIDADES					CODIGO ACTIVIDAD	Tipos de costes generados			Unidades control	Reparto costes indirectos a actividades		Reparto costes indirectos a productos	
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5		Directos al proyecto	Unidades control	Indirectos al proyecto		Generador coste	Base de reparto	Generador coste	Base de reparto
	Trabajos eléctricos en bloque	Zona E	Montaje de Canalización Principal en bloque		PBE01	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar	- Horas/€ - metros lineales	Alquileres equipos informáticos y licencias producción Mano de obra indirecta montaje eléctrico en bloque Consumibles (papel, tinta, material oficina) producción Electricidad, calefacción, agua oficina producción Electricidad y gases taller de bloques Agua producción Teléfono producción Mantenimiento equipos informáticos producción Mantenimiento maquinaria montaje eléctrico en bloque Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento medios de elevación Mantenimiento redes suministro Mobiliario oficinas Mobiliario de taller Limpieza instalaciones Material y pequeña herramienta Epis Amortizaciones maquinaria montaje eléctrico en bloque	- € - Horas/€ - Horas/€ - € - € - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - € - € - € - € - € - € - € - € - €	nº equipos + horas m.o.d. producción número m.o.i. montaje eléctrico en bloque m2 ocupados oficina producción horas m.o.d. soldadura taller bloques horas m.o.d. producción nº líneas telefónicas nº equipos + horas actividades nº medios elevación m2 ocupados nº m.o.i. producción horas m.o.d. producción m2 ocupados oficina y talleres horas m.o.d. producción E horas m.o.d. +	$\frac{k \text{ alquileres equipos informáticos} = \sum \text{Costes alquiler equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $\frac{k \text{ m.o.i. producción} = \sum \text{Costes m.o.i. producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}$ $\frac{K \text{ material oficina} = \sum \text{Costes material oficinas departamento producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades dpto producción}}$ $\frac{K \text{ electricidad, agua, calefacción} = \sum \text{Costes electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum m2 \text{ oficinas}}$ $\frac{k \text{ electricidad y gases fabricación} = \sum \text{Costes electricidad y gases fabricación}}{\sum \text{horas m.o.d. soldadura taller bloques}}$ $\frac{k \text{ agua producción} = \sum \text{Costes agua producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}$ $\frac{k \text{ teléfono producción} = \sum \text{Teléfono}}{\sum N^{\circ} \text{ líneas secciones producción}}$ $\frac{k \text{ mantenimiento equipos informáticos} = \sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $\frac{K \text{ mantenimiento instalaciones generales} = \sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum \text{horas trabajo anuales actividades}}$ $\frac{k \text{ mantenimiento medios elevación} = \sum \text{Costes mantenimiento medios elevación}}{\sum n^{\circ} \text{ medios elevación}}$ $\frac{K \text{ mantenimiento redes suministro} = \sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum m2 \text{ superficie ocupada actividades}}$ $\frac{K \text{ mobiliario de oficinas} = \sum \text{Costes mobiliario oficinas producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades producción}}$ $\frac{K \text{ mobiliario taller} = \sum \text{Costes mobiliario taller}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}}$ $\frac{K \text{ limpieza instalaciones} = \sum \text{Costes limpieza instalaciones}}{\sum m2 \text{ instalaciones oficinas + talleres}}$ $\frac{K \text{ material y pequeña herramienta} = \sum \text{Costes material y pequeña herramienta}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades E producción}}$ $\frac{K \text{ coste epis} = \sum \text{Costes epis}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}}$	Metros cable	$k_i = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \text{Coste actividad } i \text{ trabajos eléctricos en bloques}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \text{Metros de cable montados en bloques } ij}$
			Montaje de Canalización Secundaria en bloque		PBE02	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar							
			Montaje de aparatos eléctricos en bloque		PBE03	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar							
			Tendido de cables en bloque	Cable de Fuerza	PBE04	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar							
				Cable de Alumbrado	PBE05	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar							
				Cable de Fire & Gas	PBE06	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar							
				Cable de Comunicaciones	PBE07	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar							
				Cable de Instrumentación	PBE08	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar							
			Embornado de cables en bloque		PBE09	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar							
			Montaje pasantes en bloque		PBE10	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar							
			Montaje grandes equipos en bloque		PBE11	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar							
			Empaquetado y Engrapado de cables en bloque		PBE12	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar							
			Varios instalación eléctrica en bloque		PBE13	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar							

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
 DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ACTIVIDADES					CODIGO ACTIVIDAD	Tipos de costes generados			Unidades control	Reparto costes indirectos a actividades		Reparto costes indirectos a productos	
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5		Directos al proyecto	Unidades control	Indirectos al proyecto		Generador coste	Base de reparto	Generador coste	Base de reparto
	Trabajos eléctricos a bordo		Montaje de Canalización Principal a bordo		PGE01	m.o.d. montaje eléctrico Material a montar	- Horas/€ - metros lineales		- € - Horas/€ - Horas/€ - € - € - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - €<				

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ACTIVIDADES					CODIGO ACTIVIDAD	Tipos de costes generados			Unidades control	Reparto costes indirectos a actividades		Reparto costes indirectos a productos	
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5		Directos al proyecto	Unidades control	Indirectos al proyecto		Generador coste	Base de reparto	Generador coste	Base de reparto
	Trabajos de acomodación	Todas Zonas	Aislamientos		PAV01	m.o.d. montaje aislamientos Material a montar	- Horas/€ - metros cuadrados	Alquileres equipos informáticos y licencias producción Mano de obra indirecta acomodación Mano de obra indirecta producción Consumibles (papel, tinta, material oficina) producción Electricidad, calefacción, agua oficina producción Agua producción Teléfono producción Mantenimiento equipos informáticos producción Mantenimiento maquinaria trabajos de acomodación Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento medios de elevación Mantenimiento redes suministro Mobiliario oficinas Mobiliario de taller Limpieza instalaciones Material y pequeña herramienta Epis Amortizaciones maquinaria trabajos acomodación	- € - Horas/€ - Horas/€ - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - € - € - € - € - € - € - € - € - €	nº equipos - horas m.o.d. producción número m.o.i. elaboración m2 ocupados oficina producción horas m.o.d. producción nº líneas telefónicas nº equipos - horas actividades nº medios elevación m2 ocupados nº m.o.i. producción horas m.o.d. producción m2 ocupados oficina y talleres horas m.o.d. producción M horas m.o.d. -	$\frac{k \text{ alquileres equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes alquiler equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}}{}$ $\frac{k \text{ m.o.i. producción} = \frac{\sum \text{Costes m.o.i. producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}}{}$ $\frac{K \text{ material oficina} = \frac{\sum \text{Costes material oficinas departamento producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades dpto producción}}}{}$ $\frac{K \text{ electricidad, agua, calefacción} = \frac{\sum \text{Costes electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum m2 oficinas}}{}$ $\frac{k \text{ agua producción} = \frac{\sum \text{Costes agua producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}}{}$ $\frac{k \text{ teléfono producción} = \frac{\sum \text{Teléfono}}{\sum N^{\circ} \text{ líneas secciones producción}}}{}$ $\frac{k \text{ mantenimiento equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}}{}$ $\frac{K \text{ mantenimiento instalaciones generales} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum \text{horas trabajo anuales actividades}}}{}$ $\frac{k \text{ mantenimiento medios elevación} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento medios elevación}}{\sum n^{\circ} \text{ medios elevación}}}{}$ $\frac{K \text{ mantenimiento redes suministro} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum m2 superficie ocupada actividades}}{}$ $\frac{K \text{ mobiliario taller} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario taller}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}}}{}$ $\frac{K \text{ mobiliario de oficinas} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario oficinas producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades producción}}}{}$ $\frac{K \text{ limpieza instalaciones} = \frac{\sum \text{Costes limpieza instalaciones}}{\sum m2 instalaciones oficinas + talleres}}{}$ $\frac{K \text{ material y pequeña herramienta} = \frac{\sum \text{Costes material y pequeña herramienta}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades M producción}}}{}$	m² aislamiento	$k_i = \frac{\text{Coste trabajos acomodación}}{\sum_{j=1}^m \text{Metros cuadrados aislados } j}$
Producción	Botadura		Trabajos de botadura		PAV02	m.o.d. botadura Materiales	- Horas/€ - €	Alquileres equipos informáticos y licencias producción Mano de obra indirecta botadura Mano de obra indirecta producción Consumibles (papel, tinta, material oficina) producción Electricidad, calefacción, agua oficina producción Electricidad y gases grada y muelle Agua producción Teléfono producción Mantenimiento equipos informáticos producción Mantenimiento maquinaria botadura Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento medios de elevación Mantenimiento redes suministro Mobiliario oficinas Mobiliario de taller Limpieza instalaciones Material y pequeña herramienta Epis Amortizaciones maquinaria ebotadura	- € - Horas/€ - Horas/€ - € - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - € - € - € - € - € - € - € - € - €	nº equipos - horas m.o.d. producción número m.o.i. elaboración m2 ocupados oficina producción - horas m.o.d. producción nº líneas telefónicas nº equipos - horas actividades nº medios elevación m2 ocupados nº m.o.i. producción horas m.o.d. producción m2 ocupados oficina y talleres horas m.o.d. producción A horas m.o.d. -	$\frac{k \text{ m.o.i. producción} = \frac{\sum \text{Costes m.o.i. producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}}{}$ $\frac{k \text{ agua producción} = \frac{\sum \text{Costes agua producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}}{}$ $\frac{k \text{ teléfono producción} = \frac{\sum \text{Teléfono}}{\sum N^{\circ} \text{ líneas secciones producción}}}{}$ $\frac{k \text{ electricidad grada y muelle} = \frac{\sum \text{Costes electricidad grada y muelle}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades grada y muelle}}}{}$ $\frac{k \text{ gases grada y muelle} = \frac{\sum \text{Costes gases grada y muelle}}{\sum \text{horas m.o.d. soldadura grada y muelle}}}{}$ $\frac{K \text{ mantenimiento instalaciones generales} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum \text{horas trabajo anuales actividades}}}{}$	Metros eslora	$k_i = \frac{\text{Coste botadura}}{\sum_{j=1}^m \text{Metros de eslora } j}$

[illegible]

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
 DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ACTIVIDADES					CODIGO ACTIVIDAD	Tipos de costes generados			Unidades control	Reparto costes indirectos a actividades		Reparto costes indirectos a productos	
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5		Directos al proyecto	Unidades control	Indirectos al proyecto		Generador coste	Base de reparto	Generador coste	Base de reparto
Producción	Auxilios a la construcción	Todas Zonas			PAV04	m.o.d. auxilios Gasol	- Horas/€ - nº transportes	Alquileres equipos informáticos y licencias producción Mano de obra indirecta auxilios Mano de obra indirecta producción Consumibles (papel, tinta, material oficina) producción Electricidad, calefacción, agua oficina producción Agua producción Teléfono producción Mantenimiento equipos informáticos producción Mantenimiento maquinaria auxiliar Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento redes suministro Mobiliario oficinas Mobiliario de taller Limpieza instalaciones Material y pequeña herramienta Epis Amortizaciones maquinaria auxiliar	- € - Horas/€ - Horas/€ - € - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - €<				

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
 DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ACTIVIDADES					CODIGO ACTIVIDAD	Tipos de costes generados			Unidades control	Reparto costes indirectos a actividades		Reparto costes indirectos a productos	
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5		Directos al proyecto	Unidades control	Indirectos al proyecto		Generador coste	Base de reparto	Generador coste	Base de reparto
Planta	Mantenimiento instalaciones generales		Mantenimiento informático y de sistemas		SMV01	m.o.d. mantenimiento Materiales Subcontrataciones	- Horas/€ - nº intervenciones						
	Mantenimiento instalaciones			SMV02	m.o.d. mantenimiento Materiales Subcontrataciones	- Horas/€ - nº intervenciones							
	Mantenimiento maquinaria elaboración		Mantenimiento correctivo	SMV03	m.o.d. mantenimiento Materiales Subcontrataciones	- Horas/€ - nº intervenciones							
			Mantenimiento preventivo	SMV04	m.o.d. mantenimiento Materiales Subcontrataciones	- Horas/€ - nº intervenciones							
	Mantenimiento maquinaria fabricación		Mantenimiento correctivo	SMV05	m.o.d. mantenimiento Materiales Subcontrataciones	- Horas/€ - nº intervenciones							
			Mantenimiento preventivo	SMV06	m.o.d. mantenimiento Materiales Subcontrataciones	- Horas/€ - nº intervenciones							
	Mantenimiento medios auxiliares		Mantenimiento correctivo	SMV07	m.o.d. mantenimiento Materiales Subcontrataciones	- Horas/€ - nº intervenciones							
			Mantenimiento preventivo	SMV08	m.o.d. mantenimiento Materiales Subcontrataciones	- Horas/€ - nº intervenciones							
	Mantenimiento maquinaria pintura		Mantenimiento correctivo	SMV09	m.o.d. mantenimiento Materiales Subcontrataciones	- Horas/€ - nº intervenciones							
			Mantenimiento preventivo	SMV10	m.o.d. mantenimiento Materiales Subcontrataciones	- Horas/€ - nº intervenciones							
	Mantenimiento y calibración equipos de medida y control		Mantenimiento correctivo	SMV11	m.o.d. mantenimiento Materiales Subcontrataciones	- Horas/€ - nº intervenciones							
			Mantenimiento preventivo	SMV12	m.o.d. mantenimiento Materiales Subcontrataciones	- Horas/€ - nº intervenciones							
	Mantenimiento redes eléctricas, gases,...		Mantenimiento correctivo	SMV13	m.o.d. mantenimiento Materiales Subcontrataciones	- Horas/€ - nº intervenciones							
			Mantenimiento preventivo	SMV14	m.o.d. mantenimiento Materiales Subcontrataciones	- Horas/€ - nº intervenciones							
	Mantenimiento talleres e instalaciones productivas		Mantenimiento correctivo	SMV15	m.o.d. mantenimiento Materiales Subcontrataciones	- Horas/€ - nº intervenciones							
			Mantenimiento preventivo	SMV16	m.o.d. mantenimiento Materiales Subcontrataciones	- Horas/€ - nº intervenciones							
	Seguridad instalaciones		Vigilancia y CCTV		SSV17								

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
 DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ACTIVIDADES					CODIGO ACTIVIDAD	Tipos de costes generados			Unidades control	Reparto costes indirectos a actividades		Reparto costes indirectos a productos	
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5		Directos al proyecto	Unidades control	Indirectos al proyecto		Generador coste	Base de reparto	Generador coste	Base de reparto
Producción	Cama de construcción	Zona A	Preparación cama de construcción		PVA05	m.o.d. Materiales	- Horas/€ - €	Alquileres equipos informáticos y licencias producción	- €	nº equipos	$\frac{k \text{ alquileres equipos informáticos} = \sum \text{Costes alquiler equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $k \text{ m.o.i. producción} = \frac{\sum \text{Costes m.o.i. producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}$ $K \text{ material oficina} = \frac{\sum \text{Costes material oficinas departamento producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades dpto producción}}$ $K \text{ electricidad, agua, calefacción} = \frac{\sum \text{Costes electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum m2 \text{ oficinas}}$ $k \text{ agua producción} = \frac{\sum \text{Costes agua producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}$ $k \text{ teléfono producción} = \frac{\sum \text{Teléfono}}{\sum N^{\circ} \text{ líneas secciones producción}}$ $k \text{ electricidad grada y muelle} = \frac{\sum \text{Costes electricidad grada y muelle}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades grada y muelle}}$ $k \text{ gases grada y muelle} = \frac{\sum \text{Costes gases grada y muelle}}{\sum \text{horas m.o.d. soldadura grada y muelle}}$ $k \text{ mantenimiento equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $K \text{ mantenimiento instalaciones generales} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum \text{horas trabajo anuales actividades}}$ $k \text{ mantenimiento medios elevación} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento medios elevación}}{\sum n^{\circ} \text{ medios elevación}}$ $K \text{ mantenimiento redes suministro} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum m2 \text{ superficie ocupada actividades}}$ $K \text{ mobiliario de oficinas} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario oficinas producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades producción}}$ $K \text{ mobiliario taller} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario taller}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}}$ $K \text{ limpieza instalaciones} = \frac{\sum \text{Costes limpieza instalaciones}}{\sum m2 \text{ instalaciones oficinas + talleres}}$ $K \text{ material y pequeña herramienta} = \frac{\sum \text{Costes material y pequeña herramienta}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades acero producción}}$ $K \text{ coste epis} = \frac{\sum \text{Costes epis}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}}$	Metros eslora	$k_i = \frac{\text{Coste cama de construcción}}{\sum_{j=1}^m \text{Metros de eslora } j}$
								Mano de obra indirecta cama de construcción	-	horas m.o.d. producción			
								Consumibles (papel, tinta, material oficina) producción	- Horas/€	número m.o.i. preparación cama			
								Electricidad, calefacción, agua oficina producción	- €	m2 ocupados oficina producción			
								Electricidad y gases grada y muelle	- €	horas m.o.d. grada y muelle			
								Agua producción	- €	horas m.o.d. producción			
								Teléfono producción	- €/Nº líneas	nº líneas telefónicas			
								Mantenimiento equipos informáticos producción	- €/Nº equipos	nº equipos			
								Mantenimiento maquinaria preparación cama construcción	- €	horas actividades			
								Mantenimiento instalaciones generales	- €	nº medios elevación			
								Mantenimiento medios de elevación	- €	m2 ocupados			
								Mantenimiento redes suministro	- €	nº m.o.i. producción			
								Mobiliario oficinas	- €	horas m.o.d. producción			
								Mobiliario de taller	- €	m2 ocupados oficina y talleres			
								Limpieza instalaciones	- €	horas m.o.d. producción A			
								Material y pequeña herramienta	- €	horas m.o.d.			
								Epis	- €	-			
								Amortizaciones maquinaria preparación cama construcción	- €	-			

SISTEMA DE CONTROL DE COSTES EN UN ASTILLERO
DOCTORADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ACTIVIDADES					CODIGO ACTIVIDAD	Tipos de costes generados			Unidades control	Reparto costes indirectos a actividades		Reparto costes indirectos a productos	
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5		Directos al proyecto	Unidades control	Indirectos al proyecto		Generador coste	Base de reparto	Generador coste	Base de reparto
	Pruebas		Mantenimiento equipos		PAV06	m.o.d. pruebas Combustibles y lubricantes					$k \text{ alquileres equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes alquiler equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $k \text{ m.o.i. producción} = \frac{\sum \text{Costes m.o.i. producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}$ $K \text{ material oficina} = \frac{\sum \text{Costes material oficinas departamento producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades dpto producción}}$ $K \text{ electricidad, agua, calefacción} = \frac{\sum \text{Costes electricidad, gas, agua oficinas}}{\sum m2 \text{ oficinas}}$ $k \text{ agua producción} = \frac{\sum \text{Costes agua producción}}{\sum \text{horas m.o.d. producción}}$ $k \text{ teléfono producción} = \frac{\sum \text{Teléfono}}{\sum N^{\circ} \text{ líneas secciones producción}}$ $k \text{ electricidad grada y muelle} = \frac{\sum \text{Costes electricidad grada y muelle}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades grada y muelle}}$ $k \text{ gases grada y muelle} = \frac{\sum \text{Costes gases grada y muelle}}{\sum \text{horas m.o.d. soldadura grada y muelle}}$ $k \text{ mantenimiento equipos informáticos} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento equipos informáticos}}{\sum n^{\circ} \text{ equipos informáticos}}$ $K \text{ mantenimiento instalaciones generales} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento instalaciones generales}}{\sum \text{horas trabajo anuales actividades}}$ $k \text{ mantenimiento medios elevación} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento medios elevación}}{\sum n^{\circ} \text{ medios elevación}}$ $K \text{ mantenimiento redes suministro} = \frac{\sum \text{Costes mantenimiento redes de suministro}}{\sum m2 \text{ superficie ocupada actividades}}$ $K \text{ mobiliario taller} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario taller}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}}$ $K \text{ mobiliario de oficinas} = \frac{\sum \text{Costes mobiliario oficinas producción}}{\sum \text{trabajadores m.o.i. actividades producción}}$ $K \text{ limpieza instalaciones} = \frac{\sum \text{Costes limpieza instalaciones}}{\sum m2 \text{ instalaciones oficinas + talleres}}$ $K \text{ material y pequeña herramienta} = \frac{\sum \text{Costes material y pequeña herramienta}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades M producción}}$ $K \text{ coste epis} = \frac{\sum \text{Costes epis}}{\sum \text{horas m.o.d. actividades producción}}$		
				Mechanical completion		PAV07	m.o.d. pruebas Combustibles y lubricantes		Alquileres equipos informáticos y licencias producción Mano de obra indirecta pruebas Mano de obra indirecta producción Consumibles (papel, tinta, material oficina) producción Electricidad, calefacción, agua oficina producción Electricidad y gases grada y muelle Agua producción Teléfono producción Mantenimiento equipos informáticos producción Mantenimiento maquinaria pruebas Mantenimiento instalaciones generales Mantenimiento medios de elevación Mantenimiento redes suministro Mobiliario oficinas Mobiliario de taller Limpieza instalaciones Material y pequeña herramienta Epis Amortizaciones maquinaria pruebas	- €/Horas/€ - €/Horas/€ - € - € - € - € - €/Nº líneas - €/Nº equipos - € - € - € - € - € - € - € - € - € - € - €	nº equipos - horas m.o.d. producción número m.o.i. montaje equipos abordo m2 ocupados oficina producción horas m.o.d. grada y muelle horas m.o.d. producción nº líneas telefónicas nº equipos - horas actividades nº medios elevación m2 ocupados nº m.o.i. producción horas m.o.d. producción m2 ocupados oficina y talleres horas m.o.d. producción M horas m.o.d. -		
		Todas Zonas	Pruebas	Precomisioning		PAV08	m.o.d. pruebas Combustibles y lubricantes	- Horas/€ - nº intervenciones - nº equipos				nº servicios	$k_i = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Coste actividad } i \text{ pruebas}}{\sum_{j=1}^m N^{\circ} \text{ de servicios } j}$
				Comissioning		PAV09	m.o.d. pruebas Combustibles y lubricantes						

BIBLIOGRAFIA

- Hendrickson, Chris; *Project Management for construction*. Prentice Hall, 2003.
- Zimmerman, Jerold L.; *Accounting for Decision Making and Control*. McGraw-Hill International Edition, 2009.
- Sáez Torrecilla, Ángel; Fernández Fernández, Antonio; Gutiérrez Díaz, Gerardo. *Contabilidad de Costes y Contabilidad de Gestión*. McGraw-Hill, 2004.
- Lester, Albert; *Project Planning and Control*. Elsevier Butterworth-Heinemann, 2003.
- Halevi, Gideon; *Handbook of Production Management Methods*. Butterworth-Heinemann, 2001.
- Kaplan, Robert S.; Cooper, Robin. *Cost & Effect: Using Integrated Cost Systems to Drive Profitability and Performance*. Harvard Business School Press, 1998.
- Shim, Jae K.; Siegel, Joel G. *Modern Cost Management & Analysis*. Barron's, 2000.
- Kaplan, Robert S. *Measures for Manufacturing Excellence*. Harvard Business School Press: Series in Accounting and Control, 1990.
- Cooper, R; Kaplan R. S.; *The Design of Cost Management Systems*. Prentice Hall, 1999.
- Horngren, C.;Bhimani, A.; Datar, S.; Foster, G.; Langlois, G. *Comptabilité de gestion*. Pearson Education, 2003.
- Shank, J.;Govindarajan, V. *Strategic Cost Management*. The Free Press, 1993.
- Ostrenga, M.; Ozan, T.; Mcilhattan, R.; Harwood, M. *The Ernst &Young Guide to Total Cost Management*. John Wiley & Sons, 1992.
- Gómez Bravo, O. *Contabilidad de Costes*. McGraw-Hill, 2005.
- C. Hendrickson. *Project Management for Construction*. Prentice Hall, 1989.
- Bowes M. *Cost differences in public and private shipyards*. CRC, 1981.

- Bowes M. *Overhaul costs in public and private shipyards: A case study*. CRC, 1981.
- Garrison; Noreen; Brewer. *Managerial Accounting*. McGraw-Hill, 2010.
- Kros, John F. *Spreadsheet Modeling for Business Decisions*. McGraw-Hill, 2008.
- Meredith, J. R.; Shafer S. M. *Operations Management for MBAs*. John Wiley & Sons, 2007.
- Charnes, John. *Financial Modeling with Crystal Ball and Excel*. John Wiley & Sons, 2007.
- Horngren, A.; Datar, S.; Foster, G.; Langlois, G. *Contabilidad de costos*. Pearson Educación, 2007.
- Hansen, D. R.; Movem, M. M. *Cost Management: Accounting and Control*. South-Western, 2005.
- Horngren, C.; Datar, S.; Foster, G. *Cost Accounting: A Managerial Emphasis*. Pearson Education, 2007.
- Hilton R.; Maher M.; Selto F. *Cost Management Strategies for Business Decisions*. McGraw Hill International, 2006.
- Amat O.; Soldevila, P. *Contabilidad y Gestión de Costes*. Gestión 2000, 2000.
- Sengupta C. *Financial Modeling Using Excel and VBA*. Wiley Finance, 2004.
- Westwick C.A. *How to Use Management Ratios*. Gower, 1987.
- Westwick C.A. *Manual para la aplicación de Ratios de Gestión*. Deusto, 1992.
- Sydsaeter, K.; Hammond P.; Carvajal A. *Matemáticas para el análisis económico*. Pearson, 2012.
- Dudick, T.S. *Manual de Consulta sobre Contabilidad de Costes*. Deusto, 1990.
- Wilson, R. *Manual de Control de Costes*. Deusto, 1992.
- Hillier, F.; Hillier M.; Schmedders K.; Stephens M. *Introduction to Management Science. A Modeling and Case Studies Approach with Spreadsheets*. McGraw-Hill, 2008.
- Dudick, T.S. *Dudick on Manufacturing Cost Controls*. Prentice-Hall, 1992.

- Dudick, T.S. *Cost Accounting Desk Reference Book*. Van Nostrand Reinhold Company, 1986.
- Wilson, R. *Cost Control Handbook*. Gower, 1983.
- Ragsdale, C.T. *Managerial Decision Modelling*. South Western CENGAGE Learning, 2011.
- Ragsdale, C.T. *Managerial Decision Modelling*. South Western CENGAGE Learning, 2008.
- O’Kean, José M^a. *Economía*. MacGraw-Hill, 2015.
- Ramón Yañez, “*Economía da Empresa*”. Ingeniería Naval y Oceánica, Escuela Politécnica Superior de Ferrol.
- Ramón Yañez, “*Análisis de proxectos e control de costes*”. DEA Ingeniería Naval y Oceánica, Escuela Politécnica Superior de Ferrol.
- <http://www.jstor.org>
- <http://maaw.info> *Management and Accounting Web*
- Dowling, Kieron N. *Sap Project System Handbook*. McGraw-Hill, 2008.
- Schicht, Gabrielle; Schmieden, Andrea. *Flying Start with SAP R/3. A guide to get you up and running*. SAP Press, 1999.
- Drury, Colin. *Cost management accounting*. Thomson Learning, 2006.
- Sloan School of Management. *Management Accounting and Control*. MIT Open Course, 2003.

NOTAS

- i Sáez Torrecilla, Ángel; Fernández Fernández, Antonio; Gutiérrez Díaz, Gerardo. Contabilidad de Costes y Contabilidad de Gestión. McGraw-Hill, 2004.
- ii I. Kim and J. Song, "U.S., Korea and Japan Accounting: Practices in the Three Countries", Management Accounting, August 1990, pag. 26-30 / J. L. Zimmerman, "Accounting for Decision Making and Control", McGraw-Hill, 2009.
- iii Oscar M. Osorio en la Conferencia Inaugural del Congreso Contabilidad, 1991.
- iv Garrison; Noreen; Brewer. Managerial Accounting, McGraw-Hill, 2010.
- v Sáez Torrecilla, Ángel; Fernández Fernández, Antonio; Gutiérrez Díaz, Gerardo. Contabilidad de Costes y Contabilidad de Gestión. McGraw-Hill, 2004.
- vi Cooper, Robin; Kaplan, Robert S. The Design of Cost Management Systems. Prentice Hall, 1999.
- vii Cooper, Robin; Kaplan, Robert S. The Design of Cost Management Systems. Prentice Hall, 1999.
- viii Sáez Torrecilla, Ángel; Fernández Fernández, Antonio; Gutiérrez Díaz, Gerardo. Contabilidad de Costes y Contabilidad de Gestión. McGraw-Hill, 2004.
- ix Gómez Bravo, O. Contabilidad de Costes. McGraw-Hill, 2005.
- x Sáez Torrecilla, Ángel; Fernández Fernández, Antonio; Gutiérrez Díaz, Gerardo. Contabilidad de Costes y Contabilidad de Gestión. McGraw-Hill, 2004.
- xi Hilton R.; Maher M.; Selto F. Cost Management Strategies for Business Decisions. McGraw Hill International, 2006.
- xii Dudick, T.S. Manual de Consulta sobre Contabilidad de Costes. Deusto, 1990.
- xiii Oracle Crystal Ball.



xiv Manual de Consulta sobre Contabilidad de Costes, Dudick.

xv Hansen, D. R.; Movem, M. M. Cost Management: Accounting and Control. South-Western, 2005.

xvi Dudick establece 101 deficiencias básicas de los sistemas de control de costes en su libro Manual de Consulta sobre Contabilidad de Costes.